ADANSONIA

Tome V
fasc. 1
1965

Source : MNHN, Paris

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

ADANSONIA

TRAVAUX PUBLIÉS
AVEC LE CONCOURS
DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
SOUS LA DIRECTION DE

H. HUMBERT
Membre de l'Institut
Professeur honoraire

A. AUBRÉVILLE
Professeur

Nouvelle Série

TOME V

FASCICULE 1

1965

PARIS
LABORATOIRE DE PHANÉROGAMIE
DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
16, rue de Buffon, Paris (5e)

Source : MNHN, Paris

SOMMAIRE

AUBRÉVILLE A. — Les étranges savanes des llanos de l'Orénoque 3
— Suite de l'histoire nomenclaturale du Sapotillier 15
— Notes sur des Sapotacées australiennes 21

MOUSTAPHA HADJ MOUSTAPHA HADDADE M. — Contribution à l'étude des Capparidacées de Madagascar 27

TARDIEU-BLOT M. L. — Sur les Haloragacées d'Indochine 37

JONES H. G. — *Schomburckia tibicinis* Batem. *(Orchidaceae)* and its varieties 41

AYMONIN G. G., GUPTA R. K. — Études sur les formations végétales et leur succession altitudinale dans les principaux massifs du « système alpin » occidental. Essai de comparaison avec l'Himalaya 49

HALLÉ N. — Deux *Pauridiantha* endémiques nouveaux des montagnes africaines *(Rubiaceae, Mussaendeae-Urophylleae)* 95

GUILLAUMET J. L. — Un nouveau *Dorstenia (Moraceae)* en Côte d'Ivoire 99

HUARD J. — Anatomie des Rhopalocarpacées 103

KERAUDREN M., AYMONIN G. G. — Systématique et Phytogéographie (Phanérogames et Cryptogames vasculaires) au Xe Congrès International de Botanique 125

Secrétaire de rédaction
A. LE THOMAS
Assistante

Source : MNHN, Paris

LES ÉTRANGES SAVANES DES LLANOS DE L'ORÉNOQUE

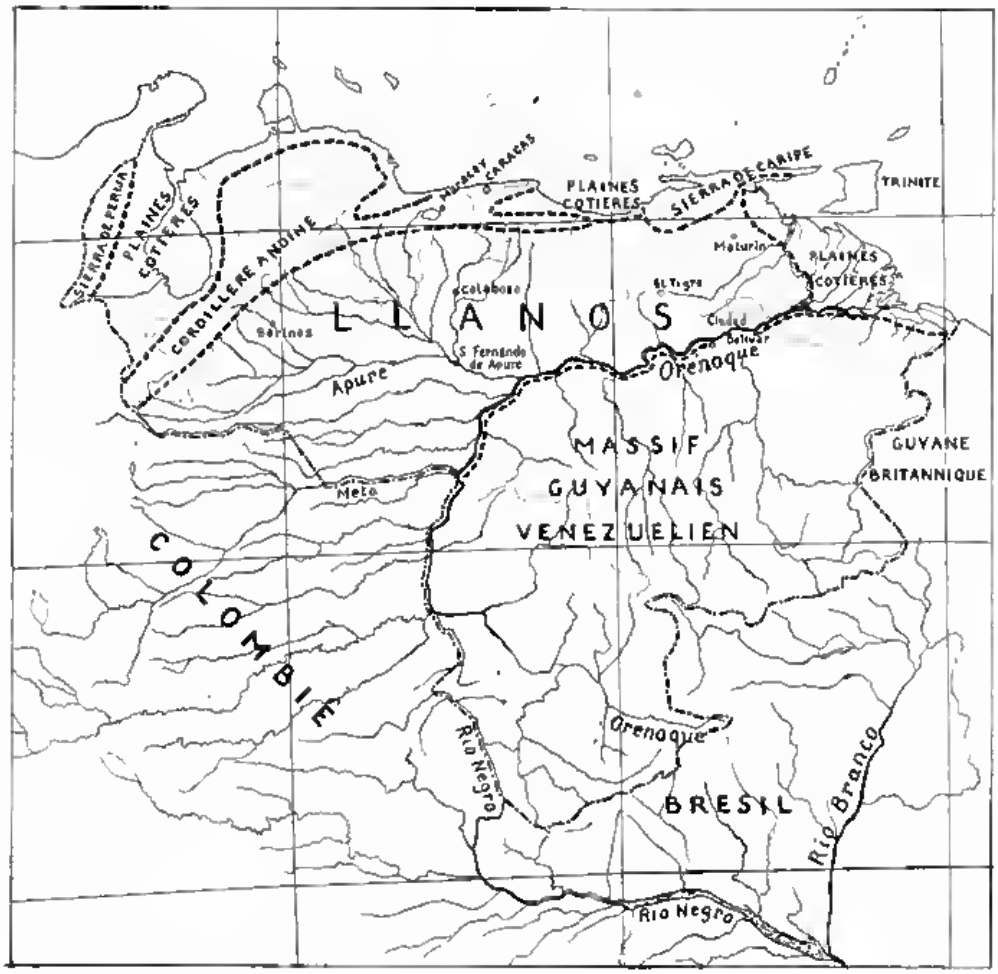
par A. Aubréville

On appelle « llanos » au Vénézuela une immense région de plaines s'étendant entre la Cordillère andine prolongée par une Cordillère côtière et le bouclier guyanais. C'est un vaste « golfe » intérieur drainé par l'Orénoque et ses tributaires descendant des chaînes andines. Alors que les pentes des Andes et la plus grande part du massif guyanais au sud sont couvertes de forêts, ces llanos sont des savanes herbeuses ou des savanes médiocrement arbustives. C'est pourquoi on confond parfois le terme « llanos » avec celui de « savanes » de l'Orénoque. En réalité si les llanos sont bien des vastes plaines du bassin de l'Orénoque où les savanes s'étendent à l'infini, dans les régions de piedmont formant transition avec les cordillères andines se trouvent des forêts denses : forêts semi-décidues dans les llanos occidentales, forêts sèches décidues dans la région centrale. Une bonne carte au 1/2 000 000 de la végétation du Vénézuela établie par Kurt Hueck en 1960 fait bien ressortir l'importance des zones boisées dans les llanos au contact des chaînes andines. Mais l'impression d'immensité, de solitude et de vide causée au voyageur par les savanes des llanos est si grande que l'on comprend pourquoi dans son esprit les « llanos » sont synonymes de savanes.

En 1955 j'avais fait une connaissance rapide avec les llanos occidentaux (Barinas, Ruren, Calabozo). J'avais eu aussi l'occasion en 1958 de les survoler par beau temps dans le trajet entre Bogota et Caracas. En 1964 un colloque international organisé par l'U.N.E.S.C.O. réunissait au mois de mai des botanistes, forestiers, géographes, pédologues, paléontologistes, à Caracas autour du thème des « régions limites forêt-savane dans les pays tropicaux ». Une tournée de quelques jours fut offerte par le Ministère de l'Agriculture du Vénézuela aux participants dans les llanos orientaux. Ainsi j'ai pu compléter mes impressions sur les llanos de l'Est et du Centre, en allant de l'État de Monagas (Maturin, Jusepin, Tremblador) à celui de Guarico (Calabozo), en traversant l'État d'Anzoàtegui (El Tigre, San Tomé), puis en poussant vers le Sud jusqu'à San Fernando de Apure sur la grande rivière et dans l'État d'Apure.

Il est difficile de trouver un pays plus monotone que celui de ces savanes herbeuses, uniformément plates, sableuses, sans arbres ou piquetées de quelques arbustes à fût tortueux, où les routes sont tracées toutes droites jusqu'à l'horizon, régions peu habitées, où l'activité humaine ne se manifeste guère dans le paysage que par des clôtures de fils barbelés et dans les champs pétrolifères par des pipe-lines. Et cependant au fil des heures, tandis que se déroulent ces paysages dénudés, apparemment

Source : MNHN, Paris



sans vie, l'esprit ne peut manquer d'être attiré par cette désespérance même, et de se poser des questions sur le pourquoi de ces savanes. Le problème de leur origine hantait immanquablement les réflexions et les discussions de tous les naturalistes de disciplines et de provenances très variées qui étaient donc réunis dans les llanos au mois de mai 1964. Je dois dire tout de suite que les opinions les plus diverses furent émises sans conviction entière et qu'aucune d'elle ne rallia l'unanimité. Je me propose seulement ici d'exposer sommairement le problème général des llanos, d'en discuter les principaux arguments et de présenter des suggestions. Il est bien certain qu'à ce jour les questions demeurent, car les faits cités et vérifiés sont encore trop peu nombreux pour étayer des opinions définitives.

Cependant si un éventuel voyageur touriste peut s'assoupir dans sa voiture, hypnotisé par l'uniformité des paysages et un peu assommé par la chaleur de la journée, l'attention du botaniste et du phytogéographe

Source : MNHN, Paris

demeure malgré tout en éveil, car pour eux les llanos sont changeants de l'Est à l'Ouest et du Nord au Sud; les paysages végétaux et la flore ne sont pas tout à fait les mêmes d'une étape à une autre.

Les savanes des llanos orientaux de l'extrême Est, dans l'État de Monagas, sont nues. Ces savanes sableuses, à *Trachypogon* sont des pâturages particulièrement pauvres, aussi le bétail est peu abondant. Quelques arbustes, surtout des « chaparros » (*Curatella americana* — Dilléniacée) y sont disséminés, ainsi que quelques îlots boisés. Elles sont coupées par des galeries marécageuses de palmiers avec sous bois de *Montrichardia*. Ces « morichales », du nom du palmier « moriche », *Mauritia minor*, accompagnent des petits cours d'eau qui appartiennent déjà au réseau deltaïque de l'Orénoque constitué d'une multitude de bras anastomosés. Maturin, la capitale de l'État, est à la lisière de la forêt dense humide du delta de l'Orénoque et des savanes.

Dans la partie centrale des llanos orientales, dans les États de Monagas et d'Anzoätegui, le paysage ne change pas. Sur des étendues plates et sableuses, la savane s'étend à perte de vue, piquetée des lancinants « chaparros ». Ces arbustes sont parfois assez nombreux pour donner l'aspect d'une savane boisée, appelée localement « chaparrale ». La route depuis Maturin jusqu'à l'Ouest d'El Tigre traverse des plateaux (mesas) d'une altitude d'environ 300 mètres qui se terminent par des falaises dominant des plaines plus boisées.

Plus à l'ouest, à la limite des États d'Anzoätegui et de Guarico, la savane de la mesa fait place brusquement à la forêt sèche décidue, entièrement défeuillée à notre passage. Le palmier *Copernicia tectorum* y est très commun. Cette forêt s'étend sur 250 kilomètres environ depuis la limite des États jusque vers El Sombrero, plus ou moins dégradée par les défrichements en bordure de la route. Après El Sombrero en allant à Calabozo, cette forêt grise disparaît tandis que réapparaît la savane à *Trachypogon* mais avec des paysages nouveaux. Il y a toujours des *Curatella* épars, mais surtout la savane est parsemée de nombreux boqueteaux, verts en dépit de la saison sèche, petits peuplements fermés d'arbustes, de petits arbres et de lianes formant la boule. C'est ce que j'ai appelé en Afrique la « savane à boqueteaux », très différente d'aspect, de composition et d'origine de la savane boisée. Localement ces boqueteaux se nomment des « matas ».

Jusqu'à Calabozo nous étions dans les hauts llanos. A partir et au sud de cette ville commencent les bas llanos, « bajos llanos. Les terres argileuses sont inondables, couvertes de fourrés, de savanes nues et de palmeraies à *Copernicia tectorum*. En juillet et août, tout est inondé. A San Fernando de Apure, petite ville sur la rivière Apure non loin du confluent du rio Portuguesa, se termine la route. Nous sommes dans un des plus beaux pays d'élevage du Vénézuela; les troupeaux sont nombreux et les bêtes bien nourries. Dans ce pays plat les plus petites dénivellations ont une incidence écologique et économique. L'État d'Apure est limité par l'Orénoque à l'Est et au Sud par un de ses affluents le Rio Meta qui forme fron-

Source : MNHN, Paris

tière avec la Colombie. On y sépare trois régions, le haut et le bas Apure et l'Apure méridional.

Les terres du haut Apure sont distinguées par les « llaneros » selon la hauteur des eaux d'inondation qui y séjournent pendant la saison des pluies d'été (l' « invierno », l'hiver suivant la terminologie locale) en terres hautes ou « bancos », terres basses (« bajíos ») et « esteros », plaines les plus basses longtemps inondées.

Les « bancos » demeurent hors des eaux durant la saison pluvieuse. C'est là que les llaneros installent leurs habitations et cultivent des champs de maïs et de bananiers. La flore graminéenne [1] des bancos permet au bétail de traverser sans dommage la saison des inondations. Les « bajíos » sont recouverts au plus de 20 cm d'eau environ. La flore graminéenne y est différente [2]. Les « esteros » sont recouverts par des eaux plus profondes et on ne peut plus y circuler qu'en barque [3].

Dans le bas Apure, dans l'angle des rios Orénoque et Apure se trouve une savane de hauts herbages à *Paspalum fasciculatum* (« gamelote ») presque pur, les gamelotales. Cette savane est brûlée au début de la saison sèche; la repousse demeure verte durant toute cette saison, de sorte que le bétail abondamment nourri dans ces pâturages de saison sèche augmente de poids, alors qu'en saison des pluies les pâturages sous l'inondation font défaut. Ces gamelotales se retrouvent dans d'autres États.

Enfin dans l'Apure méridional abondent les savanes déjà citées à *Trachypogon*, sillonnées des « morichales » *(Mauritia minor)* des galeries forestières. Il est surprenant d'observer entre les rios Cunariche et Cinaruco des dunes vives de sable élevées par les vents alizés.

Tous ces aspects variés des savanes, topographiques, écologiques et floristiques se voient dans d'autres régions des llanos. Les llanos occidentaux sont moins homogènes que les llanos orientaux. Plus à l'ouest, dans les États de Barinas et de Portugesa, au pied de la Cordillère andine la répartition des savanes diffère de celle de l'est. Ainsi que le montre très bien la carte de la végétation de Hueck, la forêt dense semi-décidue y prend une grande extension. Les galeries forestières des nombreuses rivières qui descendent des Andes sont importantes. Elles se soudent parfois, isolant des taches de savanes. La savane n'y est plus l'élément quasi exclusif comme elle est dans le Centre et l'Est. Ainsi de tous côtés les llanos sont entourés de forêts; forêts andines et de piedmont, forêts sèches au pied de la Cordillère côtière, forêt du delta de l'Orénoque et

1. *Andropogon selloanus, Sporobolus indis, S. cubensis, Paspalum plicatulum, Paspalum. sp., Eragrostis, Leptocoriphium lanatum.*

2. Ont également une valeur fourragère des légumineuses des genres *Desmodium, Phaseolus, Eriosema, Galactia.* Également caractéristiques, *Hyptis suaveolens, Vernonia brasiliana, Andropogon bicornis, Imperata contracta, Leersia hexandra.*

3. La flore comprend des graminées comme *Leersia hexandra* très appréciée par le bétail, *Paratheria prostata, Reimarochloa sp.* On y trouve des groupements arbustifs d'*Ipomoea crassicaulis*, d'une Marantacée *Thalia geniculata*, et de diverses plantes arbustives épineuses, *Cassia aculeata, Rochefortia spinosa.* Durant les périodes d'inondation une flore nouvelle s'installe, *Panicum sp., Oryza sp.*, et des plantes aquatiques comme *Eichornia sp.* et *Neptunia prostata.*

Source : MNHN, Paris

forêt dense humide du plateau guyanais au sud de l'Orénoque. Un problème écologique se pose donc. Quelle est la cause de ces llanos, d'ordre : climatique, édaphique, anthropique ou paléoclimatique?

En ce qui concerne les llanos occidentaux, les inondations sont certainement un facteur inhibitif de la végétation forestière. Le pays est plat, des quantités considérables d'eau descendent des Andes dans cette sorte de cuvette plate formée par le bassin de rive droite de l'Orénoque où, le drainage étant insuffisant, les eaux séjournent dans les savanes des terres basses. Cette explication vraisemblable n'est pas valable évidemment pour la région des hauts llanos et notamment pour les « mesas » de l'Est. Il reste cependant que les « bancos » de l'Apure peuvent porter une végétation forestière; il y a des forêts près de San Fernando d'Apure d'un type spécial, que je n'ai fait qu'entrevoir, où le très connu *Pithecellobium Saman*, arbre national du Vénézuela, au port étalé en parasol, paraît se plaire; des forêts denses semi-déciduces des plaines occidentales dominées par les Andes existent bien aussi dans les galeries plus ou moins inondées en saison des pluies. Que les savanes soient aussi exclusives qu'elles le sont dans des régions aussi étendues, demeure un fait étonnant bien que l'on conçoive volontiers que l'alternance d'une période d'inondation et d'une période d'extrême sécheresse soit défavorable à l'installation d'une forêt, surtout quand une couche d'argile imperméable existe à faible profondeur sous la couche sableuse de surface, ce qui semble le cas général.

Mr. Augusto Bonazzi, Directeur de l'Institut de Chimie de l'Université centrale du Vénézuela a proposé une explication de l'existence des savanes des hauts llanos (Alto Llano). La limite entre l'Alto Llano et le Bajo Llano passe approximativement par El Tigre, Valle de la Pascua, Calabozo, San Carlos et Acarigua. Elle est marquée par une dénivellation de 10-15 mètres qui semble être la trace de l'ancien littoral d'une mer intérieure pliocène-pleistocène. Il existerait dans le sol de l'Alto Llano à faible profondeur, une couche d'un conglomérat de galets siliceux blancs cimentés par des oxydes de fer et d'alumine localement appelée « arrécife ». Cette carapace imperméable d'une épaisseur de 5-6 mètres aurait une grande extension territoriale et, du fait de l'érosion apparaîtrait parfois en surface. C'est pourquoi il n'existerait aucune réserve d'eau en profondeur dans l'Alto Llano et comme la saison très sèche y dure trois à quatre mois, le milieu interdirait toute végétation forestière.

Cette explication a fait l'objet de vérifications dans la « Station biologique des llanos » située près de Calabozo que j'ai visitée sous la conduite de son directeur Mr. Foldats. La station expérimentale est établie dans une typique savane à boqueteaux, savane où sont dispersés des arbustes et des boqueteaux. Des trous ont été creusés sous des arbustes isolés dans la savane et sous des arbres dans les boqueteaux pour mettre à jour leur système radiculaire. On a constaté d'abord l'existence à faible profondeur de l' « arrécife » formé de graviers arrondis et quelquefois angulaires ayant généralement moins de 2 cm de diamètre, légèrement cimentés ensemble et mélangés d'argile. Cette carapace est impénétrable aux

Source : MNHN, Paris

grosses racines des arbustes qui rampent à sa surface parfois loin de la tige. Un arbuste de 6 mètres peut avoir des racines de 15 mètres et plus de long.

Dans les matas (boqueteaux), la carapace de graviers est parfois plus profonde, et les racines pivotantes peuvent atteindre la nappe d'eau superficielle en saison sèche, ou encore la carapace est moins compacte. Au surplus un système radiculaire est développé dans l'horizon superficiel du sol, riche en matières organiques; il s'y développe de nombreuses racines. On a mesuré dans une mata, un arbre de 12 mètres de haut *(Copaifera officinalis)* dont le développement latéral des racines était de 8 mètres, et un autre de 25 mètres de haut *(Vochysia venezuelana)* où les racines s'étendaient à 12 mètres environ.

D'après ces observations l'explication, d'une part de l'isolement des arbustes en savanes et d'autre part de la formation de matas, se trouverait dans les possibilités offertes aux systèmes radiculaires, empêchant tout groupement des arbustes dans le premier cas et le permettant dans l'autre, selon l'état du conglomérat sous-jacent.

Il reste à rechercher dans quelle mesure les conditions climatiques contribueraient à la dénudation générale des savanes des llanos. Les données météorologiques sont malheureusement peu nombreuses et incomplètes, du moins celles que j'ai pu me procurer. Les deux stations d'Acarigua et de Turen, des llanos occidentaux dans une zone de coexistence de la savane et de la forêt dense semi-décidue reçoivent de 1400 à 1500 mm de pluie, la saison des pluies est longue (6-7 mois) et la saison nettement sèche dure 3 à 4 mois. Ce sont des conditions favorables à une forêt dense décidue ou semi-décidue. Barinas au pied des Andes, reçoit même 1863 mm d'eau et la saison sèche dure 4 mois. Autour de Barinas savanes et forêts semi-décidues alternent. Dans la région centrale de Calabozo et de Bancos de San Pedro, les conditions sont moins bonnes : environ 1300 mm et une saison sèche plus longue, 4 à 5 mois. A San Fernando de Apure même régime pluviométrique, 1469 mm et 4 mois éco-secs. Enfin dans les llanos orientaux à San Thomé, El Tigre, Maturin, l'indice pluviométrique est de 1200-1350 mm, la durée de la saison sèche de 3-4 mois, sauf à Maturin et à Ciudad Bolivar où il n'y a pas de saison vraiment écologiquement sèche. A Maturin nous sommes sur les lisières de la forêt dense humide du delta de l'Orénoque, aussi climatiquement la présence de ces immenses savanes nues y est particulièrement étonnante. Remarquons que les pluies dans les llanos sont bien réparties dans la saison d'été, sans maximum en pointe aiguë. Le climat des llanos est un climat d'alizé; ces plaines sont largement ouvertes à l'alizé de l'Est, — soufflant de la mer Caraïbe — et aucun effet de mousson ne s'observe dans les statistiques. Celles-ci ne peuvent malheureusement être complétées, faute de documents, par celles du régime de la tension de la vapeur d'eau et du déficit de saturation. Néanmoins je crois pouvoir affirmer par comparaison avec les climats qui sont ceux des forêts denses semi-décidues ou décidues qui existent dans d'autres pays tropicaux que d'un point de vue climatique rien ne s'oppose à la présence de telles forêts dans les llanos.

Source : MNHN, Paris

Cela est une évidence si l'on observe qu'une partie des llanos dans le Nord des États de Guarico et d'Anzoãtegui est couverte d'une grande forêt dense sèche qui se soude sur la côte caraïbe, vers Puerto Piritu et Barcelona aux forêts denses sèches à épineux et cactées du littoral (Espinas et Cardonal). Je n'ai trouvé aucune statistique météorologique de cette région de forêt dense sèche décidue, mais il est presque certain que le régime pluviométrique y est le même que dans les savanes, et peut être l'indice pluviométrique est-il moindre. A Barcelona sur la côte, l'indice n'est que de 613 mm, la saison très sèche dure 5 mois et la saison des grandes pluies 3 mois seulement. Comment donc dans les llanos où le climat lui est beaucoup plus favorable, une forêt (ou des fourrés) de type semi-décidu ou décidu n'a-t-elle pu s'installer!

Les arguments d'ordre édaphique que nous avons résumés sont certes très forts; eau mal répartie, trop d'eau et des inondations durant une partie de l'année, grande sécheresse durant l'autre partie, défaut de réserves conservées dans le sol revêtu de carapaces imperméables. Nous ne sommes pas cependant convaincus que ces explications d'ordre édaphique soient partout suffisantes. Nous avons trop souvent vu dans les pays tropicaux, en Afrique, dans l'Inde, au Cambodge et ailleurs sous climat plus aride que celui des llanos, des fourrés, des forêts sèches denses, au moins des savanes très boisées et des forêts claires, établies sur des carapaces latéritiques, sur des sols très superficiels en général, pour admettre que l'Alto Llano ne puisse être couvert de tels types de forêts en dépit du conglomérat de graviers peu pénétrable aux racines. D'ailleurs les matas des savanes à boqueteaux ne peuvent-elles être considérées comme des essais récents, réussis quoique partiels, d'installation de la forêt dans les savanes. Ces petits boisements ne sont certainement pas des reliques d'une forêt ancienne, mais au contraire des groupements forestiers pionniers. A mon passage ils étaient verts alors que la forêt dense sèche était entièrement défeuillée, ce qui signifie que les éléments constituants trouvaient là suffisamment d'humidité dans le sol pour conserver leur feuillage. Il est par ailleurs vraisemblable que les progressions de leur extension sont entravées par les feux de savane en saison sèche. Une expérience de protection de longue durée contre les feux n'a pas encore été entreprise — à ma connaissance — dans le périmètre expérimental de la Station de biologie de Calabozo, qui permettrait de mesurer l'extension probable des « matas » après quelques années de protection. Ce mode d'installation de la forêt en savane par « essaimage » a été constaté ailleurs (Parc national Albert au Congo ex Belge). Je suis persuadé aujourd'hui qu'il est une forme de progression des forêts au delà de leurs lisières lorsque celles-ci sont indemnes de feux de savane. La forêt en expansion dans les savanes limitrophes progresse par bonds, elle est précédée de boqueteaux à périmètre circulaire.

Il est un autre fait d'ordre floristique, bien connu mais auquel on ne donne pas toute son importance parmi les données du problème qui est posé, c'est l'extrême pauvreté de la flore forestière des savanes des llanos, qui apparaît cependant avec évidence par comparaison avec celle des

Source : MNHN, Paris

forêts qui les entourent. Le chaparro, « *Curatella americana* », est souvent l'unique espèce arbustive. Il est aussi accompagné de l'alcornoque *(Bowdichia virgilioides)* une Papilionée, de deux espèces de *Byrsonima* (Malpighiacées) et moins communément me semble-t-il d'une Protéacée du genre *Roupala*. Ces *Curatella* et *Byrsonima* je les ai vus dans toutes les savanes pauvrement arbustives du littoral de la Guyane française, d'Amapa et du haut rio Branco au Brésil. Ces quelques espèces banales ne constituent pas une flore ligneuse à elles seules, homologue des flores à la riche composition des formations les plus arides de l'Amérique du Sud (catinga, campos cerrados du Brésil par exemple). Ces flores riches de pays arides ou semi arides sont des flores autochtones, très anciennes. La flore arbustive des *Curatella* et quelques autres espèces compagnes est une flore colonisatrice récente. Des cas semblables se retrouvent en Afrique tropicale, avec les savanes préforestières à *Hymenocardia* et *Annona* par exemple du Gabon et du Congo qui contrastent avec les savanes boisées et les forêts claires aux flores riches qui sont communes dans toute la Région soudano-zambézienne. Nous avons donc la conviction que les « chaparrales » sont des formations arbustives colonisatrices récentes, constituées d'espèces remarquablement adaptées aux médiocres conditions de sol qui leur sont faites dans les llanos; elles réussissent à s'y établir.

La question principale subsiste donc, comment expliquer que dans les llanos il y ait sous le même climat coexistence d'une savane herbeuse d'une étendue considérable et, par exemple, d'une forêt dense sèche. Le passage de l'une à l'autre est très brutal, sans transition. Du moins c'est l'impression que j'en ai gardée, ayant franchi quatre fois ces lisières : massif forestier de la Ceiba à Anaco-Cantaura (Anzoātegui), grand massif forestier du Guarico entre Pariaguan et El Sombrero. Près de la Ceiba et après Pariaguan l'apparition de la forêt dense sèche décidue coïncidait très exactement avec l'escarpement de la mesa, la forêt garnissant les creux des falaises, la mesa étant couverte d'une savane purement herbeuse.

Nous sommes tentés d'abord de penser que les savanes de Llanos n'ont jamais été boisées, qu'elles sont actuellement envahies par la médiocre flore arbustive à *Curatella*, dans un milieu climatique cependant à vocation forestière. Ce sont des formations donc en déséquilibre avec ce milieu, mais leur afforestation par une flore spécialisée est très difficile en raison des très médiocres conditions édaphiques, et des feux de brousse de saison sèche. Qu'une installation d'une flore forestière soit lente à l'échelle humaine nous pouvons parfaitement le concevoir, mais si nous raisonnons à l'échelle géologique nous pouvons tout de même être étonnés de ce retard vers l'équilibre biologique.

Par ailleurs l'existence dans les llanos de cette forêt sèche dense décidue du Guarico et de l'Anzoātegui qui a été pour moi la révélation de ma dernière tournée au Vénézuela, son contact avec des savanes herbeuses aussi net, sans transition donc antibiologique, permettent d'aller encore au-delà par l'esprit et de se demander si les llanos n'ont pas été occupés il y a quelques milliers ou dizaines de milliers d'années par une formation sèche, forêt du type qui subsiste aujourd'hui, ou fourrés, qui se soudait

Source : MNHN, Paris

RÉGIMES PLUVIOMÉTRIQUES DES LLANOS [1]

Alt. m		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	T
							Llanos occidentaux							
	Acarigua	7	11	10	94	241	262	225	190	161	167	98	29	1495
215	Turen	4	14	3	73	174	274	253	191	152	159	63	37	1397
180	Barinas													1863
							Région centrale							
100	Calabozo	3	9	8	56	147	226	246	261	163	142	67	6	1334
95	Bancos de San Pedro	3	0	2	12	152	231	232	230	223	147	35	2	1269
							Apure							
	San Fernando	1	1	5	74	155	266	327	278	163	130	50	19	1469
							Llanos orientaux							
	Maturin	64	45	38	46	124	215	191	148	123	117	101	129	1341
	San Tomé	21	11	9	20	100	186	209	229	137	126	74	44	1163
	Mesa de Guanipa [2]	26	5	13	14	93	167	173	194	152	123	92	43	1095
	Ciudad Bolivar [3]	86	60	66	84	157	192	188	160	51	94	86	101	1327
							Forêts sèches de la Côte Caraïbe							
	Barcelona	8	4	7	6	41	100	139	120	60	51	57	20	613

1. Seccion de Meteorologia agricola del Ministerio de Agricultura y Cria.
2. Pittier (1942) — 9 années 1933-41.
3. 1938-1944.

Source : MNHN, Paris

à l'ouest et à l'est aux forêts plus humides qui existent au pied de la Cordillère des Andes, vers le delta de l'Orénoque et vers les Guyanes, couvert forestier général donc, correspondant peut être à une période plus humide qu'aujourd'hui. Elle a disparu depuis, mais pour quelle raison?

Faut-il accuser l'homme? De nos jours il défriche et cultive dans la forêt sèche de Guarico. J'ai eu l'impression que la stabilité de cette forêt devait être médiocre, c'est-à-dire que la forêt après défrichement et feux ne peut plus se reconstituer spontanément ou difficilement. A la forêt défrichée succède la culture et si celle-ci n'est pas permanente, la savane, ou la savane à *Copernicia tectorum* (les palmiers sont épargnés lors des défrichements). La forêt aussi peut brûler. J'ai vu des traces récentes de feux dans des sous-bois. C'est le processus habituel de destruction des forêts sèches en pays tropical, où dans une première phase un feu rampant brûle la couverture morte puis des arbrisseaux du sous-bois. Dans des phases ultérieures, les arbustes et arbres sont atteints à leur tour.

Il y a partout au Vénézuela dans les régions montagneuses des exemples où la forêt sèche a disparu, incendiée; elle est remplacée par des savanes qui sont également brûlées en saison sèche; la forêt ne s'est conservée que dans les ravins infranchissables aux feux. C'est pourquoi la forêt disparaît d'abord sur les crêtes. Certains observateurs n'ayant pas une expérience suffisamment étendue des pays tropicaux peuvent encore croire que la séparation présente entre savanes herbeuses (ou fougeraies) des crêtes et des plus hautes pentes et forêt des ravins et des pentes inférieures est naturelle, les unes et les autres étant des formations climaciques ou presque. Nous n'avons quant à nous aucun doute sur la genèse de ces savanes et fougeraies de montagne.

Donc des formations sèches primitives des llanos auraient pu disparaître victimes des feux et être remplacées sans phase intermédiaire par une savane herbeuse. Nous en avons d'autres exemples tels que ceux de l'ouest de Madagascar où la forêt est particulièrement instable donc vulnérable.

Cette instabilité de formations considérablement étendues autrefois donne à penser qu'elles étaient à l'origine en équilibre avec un milieu plus humide qu'aujourd'hui, et que des péjorations climatiques survenant auraient diminué leur résistivité naturelle. Cet affaiblissement biologique aurait coïncidé avec une action destructrice généralisée des feux allumés par l'homme, action qui se manifesterait encore aujourd'hui dans les restes de l'ancienne couverture forestière.

On assisterait ainsi de nos jours simultanément à la destruction par les défrichements et les feux des vestiges des anciennes formations et localement, en corrélation peut-être avec une certaine réhumidification récente du milieu, à la tendance à une réinstallation forestière, lente, difficile pour des raisons déjà exposées. D'une part des formations primitives en voie de disparition, et d'autre part des formations nouvelles en puissance de progression (forêt semi-décidue des llanos occidentaux et boqueteaux des savanes à matas).

Je crois que ces questions de dynamique végétale gagnent à être étudiées, au delà du cadre des llanos vénézueliens, dans celui plus vaste

Source : MNHN, Paris

de toute la partie nord de l'Amérique du sud, car des cas aussi étranges que celui des llanos se présentent dans la Guyane vénézuelienne, dans les campos du rio Branco [1] et dans tous ces campos qui forment aujourd'hui une chaîne discontinue au sud des Guyanes jusqu'au territoire d'Amapa.

Le cas de la « Sabana grande » (la grande savane) de la Guyane vénézuelienne est nsn moins extraordinaire, car on est là en pays de climat nettement forestier. Beard qui a visité cette vaste contrée de savanes herbeuses très différente des llanos a observé partout des témoins de forêts et des forêts récemment incendiées. Cependant elle n'est habitée que par quelques indiens.

Quand, à cette échelle géographique plus grande, on constate dans des conditions très diverses de relief et de sols, ces mêmes phénomènes de disparition des forêts, en pays à peine habités, on est conduit à des explications d'ordre général, qui font intervenir des fluctuations des milieux, c'est-à-dire à des hypothèses paléo-climatiques. J'ai déjà proposé une explication de ce genre dans une note précédente (1962). En présence de toutes ces destructions actuelles par les feux de forêts du Vénézuela et de la pauvreté extrême de la flore ligneuse des savanes des llanos, il n'est en tout cas pas concevable pour moi que toutes ces savanes soient climaciques comme certains phytogéographes le pensent encore aujourd'hui [1].

Bibliographie sommaire

Meyers J. G. — Notes on the vegetation of the Venezuelan Llanos. Journ. Ecol. **21** (1933).

Crist R. E. — Étude géographique des llanos du Vénézuela occidental, Grenoble (1937).

Pittier H. H. — La mesade Guanipa. Caracas : Tipographia Garrido. (1942).

Gonzalez Vale M. A. — Estudio forestal sobre los llanos occidentales de Venezuela, Caracas (1945).

Beard J. C. — The Savanna Vegetation of Northern Tropical America. Ecol. Mono. **23** (1953).

Aubréville A. — Le Vénézuela forestier. Bois, For. des Trop. **45** (1956).

Hueck K. — Mapa de Vegetation de la Republica de Venezuela. Insl. For. Lat. Amer. (nov. 1960).

Ramia M. — Sabanos llaneras. Rev. El Farol, 197 (1961).

Seccion de Meteorologia Agricola del Ministerio de Agriculture y Cria. Datos meteorologicos — Maracay (1962).

Aubréville A. — Savanisation tropicale et glaciations quaternaires. Adansonia **2**, 1, : 16-84 (1962).

1. Aubréville. — Étude écologique des principales formations végétales du Brésil, 1961.

2. A propos du peuplement avien des llanos vénézueliens le Professeur Berlioz a signalé l'absence totale des grands oiseaux du type « nandou » si répandus dans les régions arides et herbeuses du Brésil oriental et de la Patagonie. Cette absence paraît confirmer la prédominance primitive du biotope forestier. C.R. Soc. Biogéo. : 275 (1955).

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Pl. I. — Savane à boqueteaux (matas) des llanos occidentaux.

Source : MNHN, Paris

Pl. 2. — De haut en bas : Bas llanos près de Caloboro. — Llanos à *Curatella americana*, ouest de El Tigre.

Source : MNHN, Paris

Pl. 3. — De haut en bas : Savanes à boqueteaux (matas) près de Calabozo. — Morichale près de Temblador. Delta de l'Orénoque.

Source : MNHN, Paris

Pl. 4. — De haut en bas : Forêt sèche dense du littoral caraïbe. — Pénétration des feux dans le sous-bois de la forêt sèche dense. Tache blanche de cendres au premier plan Limite des États d'Anzoategui et de Guarico.

Source : MNHN, Paris

Pl. 5. — De haut en bas : Les Andes côtières dénudées par les cultures et les feux. Restes de végétation forestière dans les ravins. Ouest de Caracas. — Phase de la destruction de la végétation forestière des Andes vénézuéliennes. Les taches claires des terrains de culture récents (conuquos) sont très apparentes. D'autres pentes sont déjà totalement dénudées.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

SUITE DE L'HISTOIRE NOMENCLATURALE DU SAPOTILLIER

par A. Aubréville

Le sapotillier, l'arbre producteur de « chicle gum », est connu par tous les auteurs contemporains sous les nom d'*Achras zapota* Linné. Cette espèce spontanée en Amérique centrale est très abondante en particulier dans la forêt semi-décidue du Yucatan au Mexique où les arbres sont saignés depuis très longtemps pour la récolte du latex. L'arbre a été introduit partout en Amérique tropicale ainsi que dans les jardins de nombreux pays tropicaux pour les fruits délicieux de certaines variétés, les sapotilles, d'où le nom de sapotillier donné à l'arbre.

Bien qu'il s'agisse donc d'une espèce connue par les européens depuis les premières explorations de l'Amérique, il subsiste encore des difficultés quant à la validité de son nom scientifique. Trois noms de genres lui ont été attribués : *Achras*, *Sapota*, *Manilkara*. Gilly le dernier auteur ayant révisé la nomenclature du sapotillier, le nomme *Manilkara zapotilla* (Jacq.) Gilly (1943). Récemment Fosberg revenant sur l'étude de Gilly a proposé *Manilkara achras* (Mill.) Fosberg (1964).

Reprenant leurs arguments j'ai étudié cette question, très embrouillée s'il en fut.

Achras zapota L. (Sp. P. II : 1190 (1753) est décrit par Linné essentiellement d'aprés Plumier (Plum. gen. : 43 (1703) et Sloane (Natural History of Jamaïca : 124, t. 218 (1725). Plumier avait en effet décrit sommairement deux espèces de *Sapota*, l'une à fruit turbiné, le plus petit des deux espèces , l'autre à fruit ovale le plus grand. Linné dans l'édition de 1753 retient et nomme uniquement *Achras zapota*, l'espèce au plus gros fruit ovale. Le dessin de Plumier (t. 4) est très imprécis et, sauf peut être la graine identifiable dans quelque mesure par son ergot, ne s'applique pas au sapotillier. Cette dernière espèce est en effet une Manilkarée à calice à 2 cycles de 3 sèpales chacun et à corolle à 6 pièces. La fleur de Plumier est pentamère. Ni le dessin ni la description ne permettent d'identifier avec certitude les deux *Sapota* de Plumier.

En revanche la description et le dessin de Sloane sont plus précis. Ni les feuilles, ni la graine n'appartiennent au sapotillier. Les longues feuilles insérées sur d'épais rameaux, leur nervation secondaire très saillante, la grosse graine de Sapotacée, à large cicatrice ventrale, désignent incontestablement un grand arbre antillais à gros fruits comestibles, que Pierre a nommé *Calocarpum mammosum* (= *Lucuma mammosa* A. de C.). Cette espèce est une Poutériée, à fleurs pentamères, très éloignée des Manilkarées. Elle est connue sous le nom de mammec sapota à la Jamaïque.

Source : MNHN, Paris

Reproduction du dessin de SLOANE (1725) ayant servi de type à LINNÉ pour la description de son *Achras zapota*. Il représente incontestablement le *Calocarpum mammosum* de PIERRE.

Source : MNHN, Paris

Il est donc incontestable pour nous que *Achras zapota* L. n'est pas le sapotillier — nous sommes ici d'accord avec GILLY — et qu'en outre il n'est autre que le *Calocarpum mammosum* Pierre, nom qui doit ainsi désormais être mis en synonymie. Nous ne sommes donc plus d'accord avec GILLY quand il considère *Achras zapota* comme un *nomen confusum*.

Dans la 10e édition du Syst. Nat. **2** : 988 (1760), LINNÉ décrit *Achras zapota* comme ayant une fleur hexamère avec un ovaire à 10 loges. Il s'agit donc ici d'une Manilkarée, c'est-à-dire d'une espèce différente de son *Achras zapota* de 1753, à laquelle le nom d'*A. zapota* est ainsi donné par erreur.

Dans l'édition du Sp. Pl. de 1762, LINNÉ nomme *Achras mammosa* la même espèce qu'il avait nommée *A. zapota* en 1753; c'est donc un nom superflu. Il attribue au genre *Achras* deux autres espèces. L'une d'elle *Achras sapota* se réfère à l'espèce de *Sapota* à petits fruits de PLUMIER (43-1703). Elle est bien identifiable par la référence à une description et un dessin de SLOANE (Nat. Hist. Jam. : 171, t. 230). SLOANE l'attribue au genre *Anona*. La description est bien celle d'une Sapotacée; le nom local « sapodilloe-tree » ou « nesperia » est celui du sapotillier; la figure 230 de feuilles, fruits et graines se rapporte bien au sapotillier. LINNÉ commet donc la même erreur que je viens de relever dans l'édition du Syst. Nat. de 1760.

La 3e espèce de LINNÉ, *A. salicifolia*, décrite et dessinée par SLOANE se rapporte à un autre genre de Sapotacée à fleur pentamère *(Dipholis)*.

Si le sapotillier est alors bien distingué à cette époque du « mammee tree », il n'a encore reçu aucune dénomination scientifique correcte.

MILLER (Gard. Dict. 1759) décrit aussi les deux arbres fruitiers, mais sous le nom générique de *Sapota* repris de PLUMIER. Dans sa description du genre il écrit que la fleur a 5 sépales, 5 pétales et 6 étamines, où se mélangent les 5 sépales et pétales du dessin de *Sapota* de PLUMIER, et les 6 étamines du sapotillier. Ce n'est donc pas une Manilkarée. Son *Sapota Achras* se rapporte au Sapotillier, et son *Sapota mammosa* au « mammee tree ». *Sapota* Miller est donc un *nomen confusum*, comme l'était le *Sapota* de PLUMIER, superflu par surcroît puisque son *Sapota mammosa* n'est autre que *Achra zapota* L. Toutefois rien n'empêche que réglementairement le nom « spécifique » d'*Achras* puisse être retenu ainsi que l'admet FOSBERG.

JACQUIN (Stirp. Amer. : 57, t. 41, 1763) décrit lui aussi les deux espèces fruitières; son *Achras (Zapota major)* est bien notre *Calocarpum mammosum* Pierre (une feuille dessinée p. 182), et son *Achras (zapota)* avec une variété *zapotilla* est correctement dessiné (t. 41) avec feuille, inflorescence, fleur hexamère et graine typique du sapotillier avec sa cicatrice et son ergot. Le nom spécifique de *zapotilla* a été repris ultérieurement par NUTTALL (N. Am. Sylv. **3** : 28. 1849) puis par GILLY, mais le nom spécifique d'*Achras* Mill. valide selon nous est antérieur.

Ainsi le sapotillier a bien un nom spécifique, *achras* selon MILLER et FOSBERG, *zapotilla* selon Gilly, mais il n'a pas reçu de nom générique

Source : MNHN, Paris

Pl. 1. — *Néspero achras* (Mill.) Aubr. (*Calocarpum mammosum* Pierre) : **1**, rameau florifère × 2/3; **2**, détail du limbe; **3**, fleur × 3; **4**, fragment de la corolle × 4; **5**, pistil × 4; **6**, graine de profil et de face × 2/3.

Source : MNHN, Paris

correct, ce qui est curieux pour une espèce très répandue et très connue depuis et avant LINNÉ.

GILLY et FOSBERG se tirent de cette étrange situation nomenclaturale en considérant que le sapotillier doit être rapporté au genre *Manilkara* Adanson et ils établissent respectivement les combinaisons *Manilkara zapotilla* et *Manilkara achras*. Nous avons montré dans une note précédente (Adansonia **3, 1** : 23 (1963) que pour nous le genre *Achras*, s'il était très proche de *Manillara* en était bien distinct, par la corolle sans appendices dorsaux aux lobes et par la graine munie d'un ergot caractéristique. Des formes individuelles intermédiaires de fleurs de sapotillier où une division des lobes de la corolle se dessine, si elles indiquent bien l'étroite filiation, ne peuvent effacer ces faits d'un type de corolle distinct et d'une graine qui se séparent bien de celles des *Manilkara*.

Mais dans ces conditions, si l'on admet la séparation des deux genres, le genre du sapotillier n'est pas nommé. Nous réparons ici cet extraordinaire oubli en choisissant le nom de « **Nispero** » qui est le nom très répandu du sapotillier aux Antilles. Celui-ci se nommera alors **Nispero achras** (Mill.) Aubréville comb. nov. [1]

1. **Nispero** gen. nov.

Genus *Manilkarae* Adanson maxime proximum, corollae lobis brevibus appendicibus destitutis differt. Semina compressa unco munita.

Type du genre : *Nispero achras* (Mill.)Aubr.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

NOTES SUR DES SAPOTACÉES AUSTRALIENNES

par A. Aubréville

M. le Directeur du Queensland Herbarium de Brisbane ayant eu la grande obligeance de me communiquer son herbier des Sapotacées j'ai eu la possibilité de compléter ma connaissance des Sapotacées australiennes et de faire les observations suivantes à propos de quelques espèces. Je lui exprime ici toute ma reconnaissance.

NIEMEYERA ET AMORPHOSPERMUM

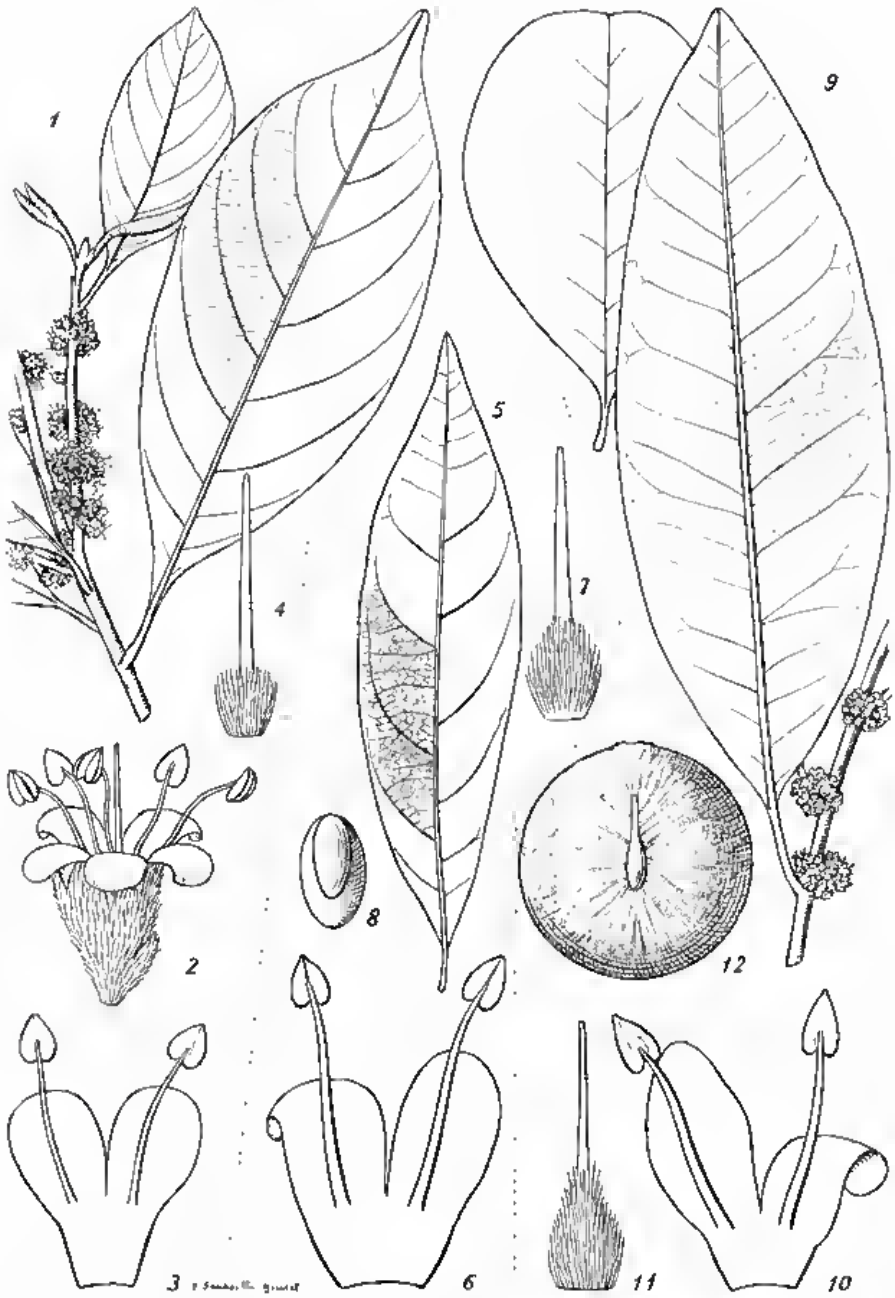
F. von Mueller en 1870 a décrit deux genres monotypiques du Queensland, *Niemeyera* et *Amorphospermum* remarquables tous deux par leurs graines dont la surface est presque entièrement occupée par la cicatrice à l'exception d'une étroite bande vernissée. Vink dans sa révision des Sapotacées de la Malaisie les a confondus dans le genre *Chrysophyllum* (Blumea **9**, 1 : 64-1958). Elles sont en effet proches des Chrysophyllées par les fleurs pentamères sans staminodes, mais l'absence d'albumen les fait ranger dans la tribu voisine des Malacanthées. Ce ne sont pas des *Chrysophyllum*, genre exclusivement américain.

L'étude des deux espèces types des genres, *Niemeyera prunifera* et *Amorphospermum antilogum* conduit à poser la question de l'opportunité de conserver ces deux genres distincts. L'organisation florale est exactement la même chez l'une et chez l'autre. Les filets des étamines aussi longs que les lobes sont insérés à hauteur du sinus de ces lobes [1]. L'ovaire d'*A. antilogum* est à 2-3 loges, celui du *N. prunifera* est indiqué comme ayant 5 loges, mais nous avons trouvé aussi des fleurs à 2-3 loges. Les fleurs des 2 espèces sont sessiles et sont accompagnées d'une petite bractée à la base du calice. Le seul caractère générique distinctif qui puisse être mis en évidence se trouve dans la graine. Celle de l'*A. antilogum* est sphérique, la partie vernissée est réduite à une très petite languette et surtout le *testa est très dur*. La graine ellipsoïde du *N. prunifera* montre une partie vernissée oblongue lenticulaire très apparente et le *testa est très mince et très fragile*. Comme les caractères des graines ont dans la taxonomie des Sapotacées une grande importance nous estimons qu'il est préférable de conserver les deux genres.

Le genre *Niemeyera* est bien défini dans la diagnose du F.v. Mueller par le testa papyracé de la graine, s'opposant au testa dur, osseux du genre *Amorphospermum* du même auteur. Il semble donc qu'il y ait une

1. *N. prunifera* a par erreur été décrit comme ayant des etamines à courts filets insérés à l'intérieur du tube. Aubréville, Adansonia **2**, 2 : 179 (1962).

Source : MNHN, Paris



Pl. 1. — *Niemeyera prunifera* F. v. Mueller : **1**, rameau florifère × 2/3; **2**, fleur × 6; **3**, fragment de corolle × 8; **4**, pistil × 8. — *Niemeyera chartacea* (Bailey) White : **5**, feuille × 2/3; **6** fragment de corolle × 8; **7**, pistil × 2/3; **8**, graine × 2/3. — *Amorphospermum antilogum* F. v. Mueller : **9**, fragment de rameau florifère et autre forme de feuille × 2/3; **10**, fragment de corolle × 8; **11**, pistil × 8; **12**, graine gr. nat.

Source : MNHN, Paris

erreur dans la description que donne VINK de l'espèce *prunifera* dans la révision précitée (Blumea **9, 1** : 64) où la graine est indiquée comme ayant un « testa ca 0,5 mm thick, hard,... »

Niemeyera chartacea (Bailey) White

VINK a également attribué à *Chrysophyllum* une espèce de BAILEY, *Lucuma chartacea*, reprise en 1933 par WHITE sous le nom de *Niemeyera chartacea*. J'ai examiné les 3 spécimens de l'herbier de Brisbane qui sont considérés comme des syntypes de cette espèce. Il s'agit incontestablement d'un *Niemeyera* caractérisé par le nº 2990 (Herbier de Brisbane) qui a des graines à testa papyracé. Les feuilles sont obovées lancéolées, insensiblement acuminées, cunéiformes aigues et glabres.

Dans l'herbier du Muséum de Paris il existe plusieurs spécimens de *N. prunifera* de la collection de F. v. MUELLER donnés autrefois par le Botanical Museum de Melbourne, et récoltés « in silvis propre Rockingham's Bay, Dallachy », lieu cité dans la diagnose. Ces spécimens sont abondamment fleuris. Les rameaux et les feuilles sont très velus roux. Il m'a semblé que les formes jeunes de feuilles velues rousses du type du *N. prunifera* ne pouvaient être spécifiquement opposées aux feuilles adultes glabres de l'herbier du *N. chartacea*. Pour nous, il n'y a qu'une seule espèce et *N. chartacea* doit être confondu dans *N. prunifera* F. v. MUELER. VINK avait déjà noté qu'il était difficile de séparer les deux taxons et avait envisagé l'éventualité d'un rattachement lorsque l'étude d'un matériel d'herbier plus complet serait possible. L'abondant matériel étiqueté *N. chartacea* que m'a communiqué le Queensland Herbarium de Brisbane me permet aujourd'hui de conclure à la conspécificité des deux taxons.

Amorphospermum Whitei Aubr. sp. nov.[1].

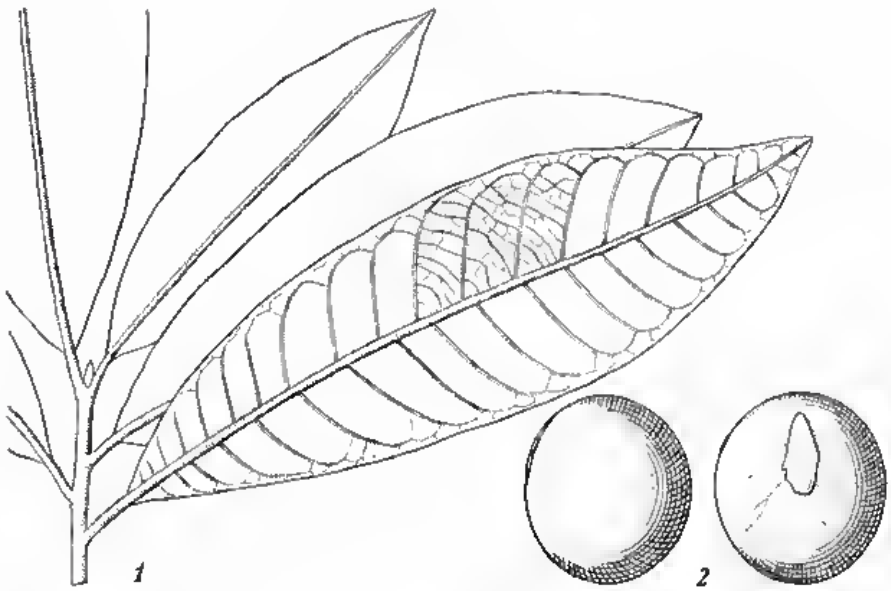
J'ai trouvé dans l'Herbier de Brisbane sous le nº 13403 de C.T. WHITE des échantillons étiquetés *Niemeyera prunifera* dont les feuilles rappellent celles du *N. prunifera* mais sont assez différentes par une nervation secondaire et tertiaire très saillante dessous, et dont les graines rappellent celles de l'*Amorphospermum antilogum* par le testa osseux et par l'étroitesse de la partie vernissée. Nous en faisons le type d'une espèce nouvelle que nous dédions au collecteur.

Rameaux jeunes velus ferrugineux. Jeunes feuilles velues sur les 2 faces. Feuilles oblongues, atténuées au sommet ou courtement acuminées, plutôt arrondies à la base, de 8 à 14 cm long, de 2,5 à 4,5 cm

1. **Amorphospermun Whiteii** Aubr. sp. nov.

Rami novi pilosi ferruginei. Folia nova utraque pagina pilosa. Folia oblonga, apice attenuata vel breviter acuminata, potius basi rotundata, 8-14 cm longa, 2, 5-4,5 cm lata. Nervi laterales fere 12, subtus prominentes, reticulo nervulorum parallelorum similiter maxime prominentium connecti, omnibus plus minus pilosis, deinde glabris. Petiolus fere 1 cm longus, pilosus. Fructus sphaericus, semine unico sphaerico, fere 3 cm diametiens. Testa ossea. Cicatrix solum lamellam angustam vernicatam reliquens.

Source : MNHN, Paris



Pl. 2. — *Amosphospermum Whitei* Aubr. : **1**, feuilles; **2**, graine × 2/3. (C.T. White 13043).

large. Une douzaine de nervures latérales *proéminentes dessous* réunies par *un réseau de nervilles parallèles également très saillantes*, plus ou moins velues, puis glabres. Pétiole environ 1 cm, velu. Fruit sphérique à 1 graine sphérique, env. 3 cm diamètre. Testa osseux. Cicatrice ne laissant qu'une étroite lamelle vernissée.

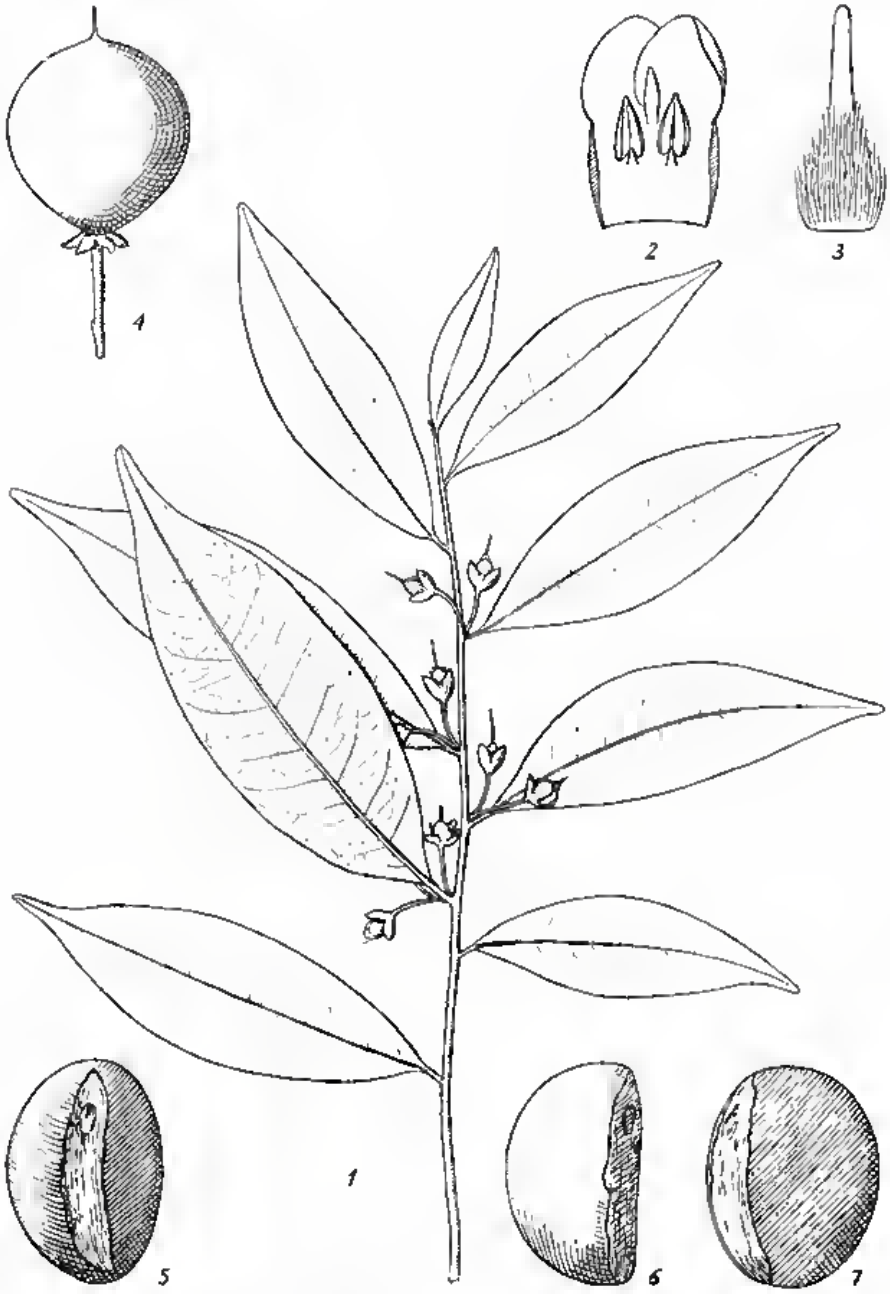
Holotype : White 13043. New South Wales. Whian Whian State Forest. May 1954. Small to medium tree 15 m high; leaves dark green above, pale beneath, young shoots very brown hairy. Fruits borne in great abundance, but only odd ones beneath the trees available. Local name : Black Plum.

A cette espèce nous rattachons également un spécimen sans n° A. H. Lawrence de Coffs Harbour (N.S.W.) fruits non mûrs en avril.

* * *

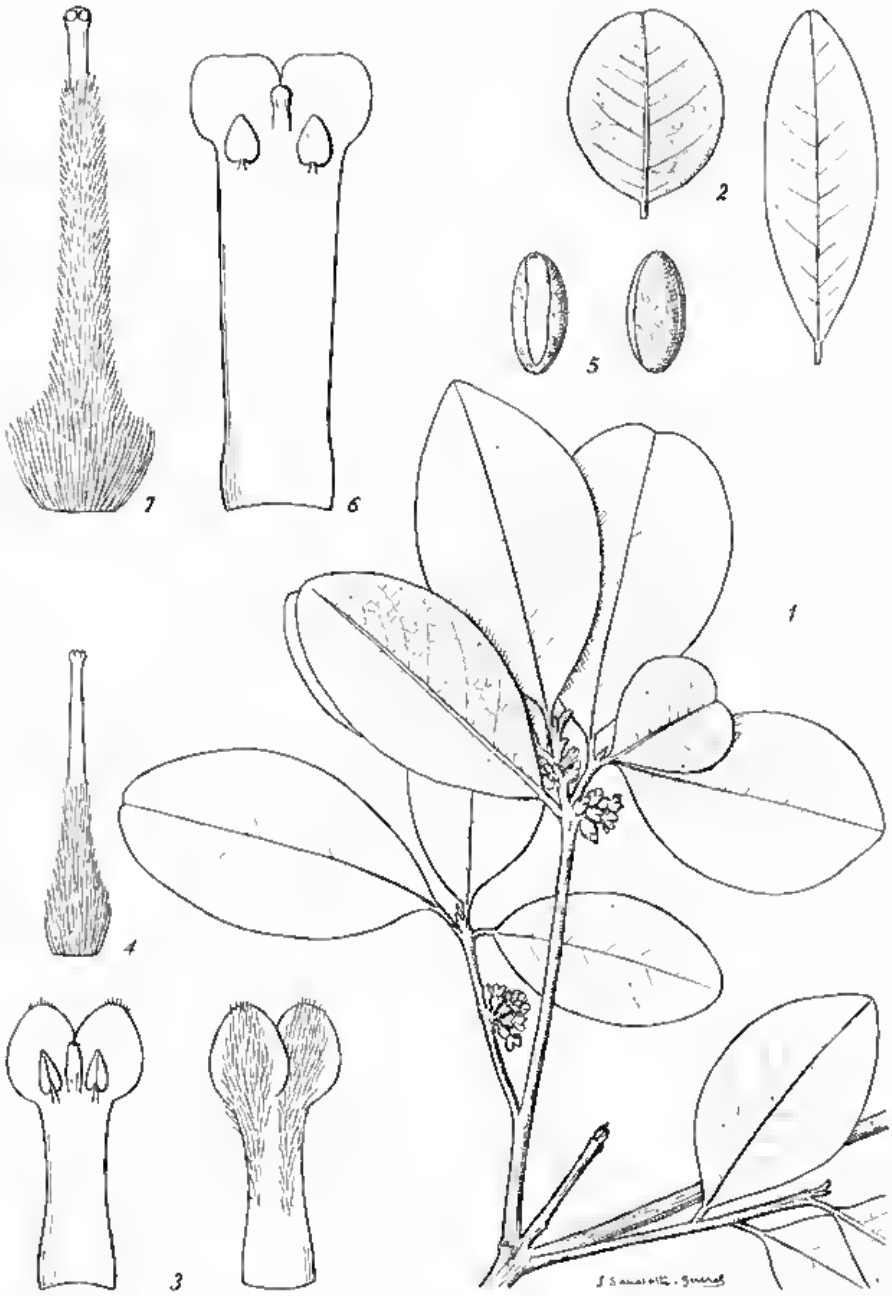
Dans Adansonia **3**, 3 : 326 (1963), nous avons publié une note sur un nouveau genre *Van-Royena* et sur le genre *Sersalisia*, tous deux de la flore australienne. Les deux figures qui devaient illustrer cette note n'ayant pas été publiées, nous les ajoutons à la présente note relative à des Sapotacées australiennes.

Source : MNHN, Paris



Pl. 3. — *Van-Royena castanasperma* (White) Aubr. : **1**, rameau florifère × 2/3; **2**, fragment de corolle × 6; **3**, pistil × 6; **4**, jeune fruit × 2/3; **5**, graine × 2/3, face ventrale; **6** id., face bombée; **7**, id., face plane.

Source : MNHN, Paris



Pl. 4. — *Sersalisia sericea* (Ait.) R. Brown : **1**, rameau florifère × 2/3; **2**, 2 formes de feuilles × 2/3; **3**, fragment de corolle vu de l'intérieur et de l'extérieur × 6; **4**, pistil × 6; **5**, graine de face et de profil × 2/3. — *Sersalisia sessiflora* (White) Aubr. : **6**, fragment de corolle × 6; **7**, pistil × 6.

Source : MNHN, Paris

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES CAPPARIDACÉES DE MADAGASCAR

par S. Exc. M. Moustapha Hadj Moustapha Haddade
Professeur à l'Université de Damas.

Nous donnons ci-dessous quelques observations sur les représentants malgaches de la famille, ainsi que la description de quelques nouveautés.

1. **Crateva Humblotii** (Baill.) Hadj Moust. comb. nov.; diagn. em.

Henri Baillon a décrit sommairement en 1885 sous le nom de *Capparis Humblotii*, un spécimen composé de quelques fruits et de deux fragments de rameaux, récoltés dans la région de Foulpointe par Humblot. Bien que les fruits des autres *Crateva* malgaches soient sphériques, c'est de ce genre que le spécimen de Humblot nous paraissait se rapprocher, plutôt que des fruits de *Capparis* [1].

Or, le Muséum a reçu, il y a quelques années, des spécimens d'un *Crateva* qui semblent bien appartenir à une espèce différente des trois déjà bien connues de la Grande Ile (*C. excelsa*, *C. Greveana* et *C. obovata*), en particulier par les folioles obovales, arrondies au sommet. Ils ont été récoltés en août 1955 dans la région de Fénérive c'est-à-dire assez près de la localité originale de l'espèce de Baillon, à Tompolo Est, par un collecteur du Service des Eaux et Forêts de Madagascar (n° 15 119 SF).

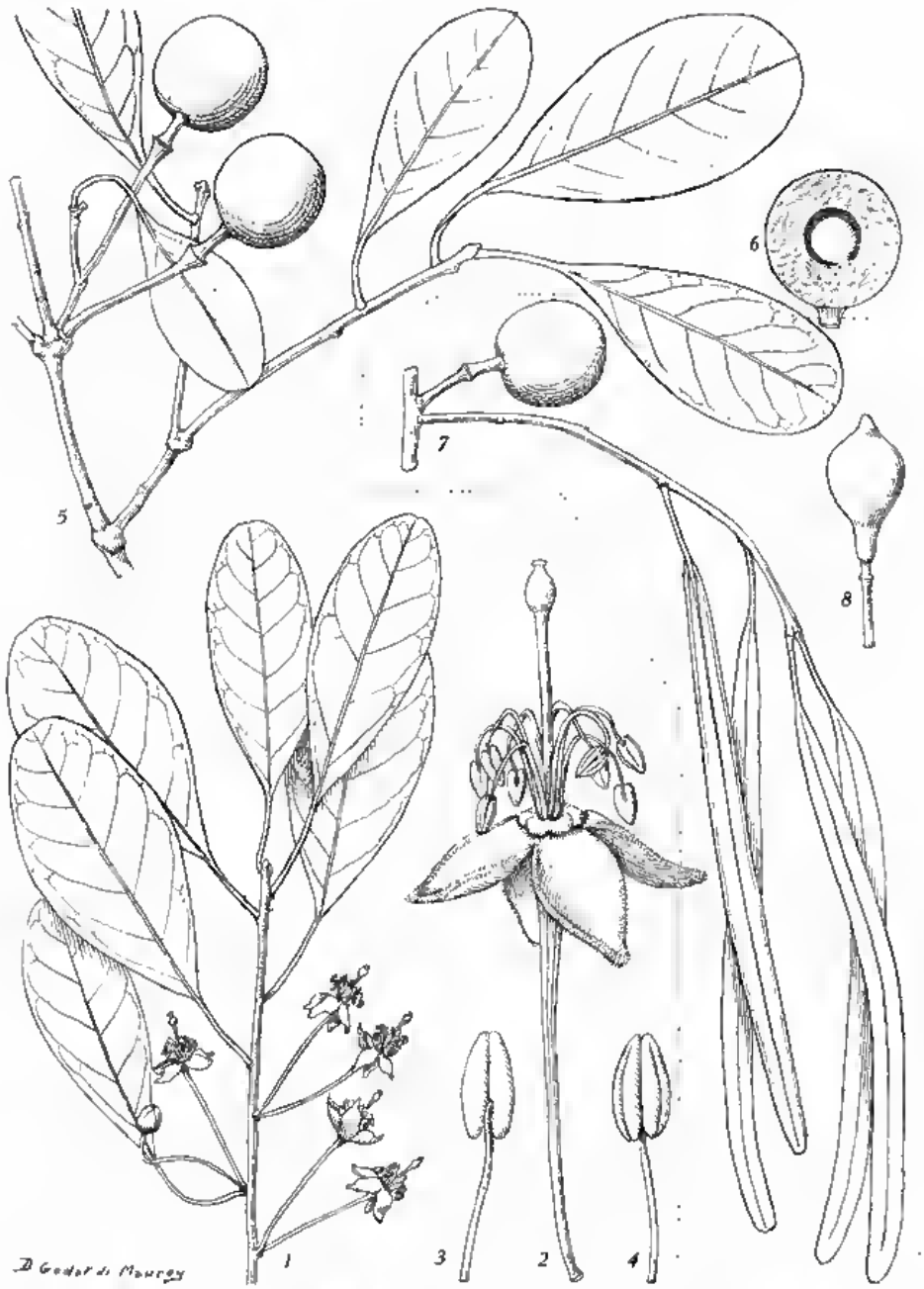
Bien qu'à un stade très différent (fleurs à l'anthèse), il nous a semblé que ce spécimen avait beaucoup de chances d'appartenir à la même espèce que le type de Baillon. L'ovaire porté au sommet du gynophore est beaucoup plus long que large (2-3 mm sur 1 mm ou un peu plus), ce qui semble annoncer la forme des fruits développés récoltés par Humblot.

Nous croyons donc pouvoir rapprocher les deux spécimens, et compléter la description du *Crateva Humblotii* par les caractères du spécimen du Service des Eaux et Forêts de Madagascar.

Frutex glaber ramulis laevibus gracilibus, foliis ad apicem confertis, oblique suberectis. Folia 3-5-foliolata, petiolo ad 8 cm longo (verisimiliter in foliis magis evolutis longiore), tenui (1 mm-1,5 mm crasso), foliolis oblongo-obovatis, apice rotundatis, basi attenuatis, ad 6 cm longis, 2 cm latis, verisimiliter denique majoribus; petiolulis 5-8 mm longis, basi articulatis; nervis

1. Dans un travail récent (The genus *Crateva*, *Blumea* **12** : 205 (1964), M. M. Jacobs émet l'opinion que le type de Baillon appartient bien au genre *Capparis*. Nous ne croyons pas pouvoir le suivre, à cause des traces du disque encore apparentes sur le spécimen de Humblot.

Source : MNHN, Paris



Pl. 1. — *Boscia Planifolii* : **1**, sommet de rameau fleuri × 2/3 ; **2**, fleur × 3 ; **3**, **4**, partie supérieure de l'étamine × 12 ; **5**, portion de rameau en fruits × 2/3 ; **6**, coupe longitudinale d'un fruit × 2/3. — *B. longifolia* : **7**, portion de rameau avec un fruit, × 2/3 ; **8**, fruit jeune, atténué à la base et au sommet, × 2/3.

Source : MNHN, Paris

secundariis utroque latere 6-8, interdum suboppositis, rectis, angulo aperto insertis, ad marginem arcuatis anastomosantibus. Flores apice ramulorum pauci, ut in sicco videtur flavi vel flaminei, cum foliis pari linea apice ramulorum in corymbis spuriis dispositi. Pedicelli 2-6 cm longi, ad 1 mm crassi; floris basis discoidea, 4 mm in diametro, 4-8 costata. Sepala 4, ovalia, acuto-apiculata, 3-4 mm longa, mox caduca. Petala 15-25 mm longa, lamina ovata fere 8-15 mm 4-6 mm lata, nervata, nervis obliquis vulgo 3 jugis. Discus crassus, lobis cum petalis alternantibus. Androgynophorus cylindricus, 1-2 mm longus, 1-2 mm crassus. Stamina ad 12, filamentis ad 8 cm longis, filiformibus; gynophoro paulo breviore, ovario 2-3 mm longo, 1-1,5 mm crasso, stigmate subsessili applanato paulo dilatato.

2. **Boscia Plantefolii** Hadj Moust. sp. nov.

Frutex 2-5 m altus, ramis laevibus fragilibus, foliis tarde caducis, foliola unica haud manifeste articulata. Folia alterna, vulgo 3-4 apice ramulorum conferta, pallide viridia vel sublutea. Petiolus fere 1 cm longus (foliorum apicalium ramulorum floriferorum ad 4 cm) teres vel supra paullo complanatus. Lamina elliptica, apice primum rotundata deinde paullo emarginata, basi acute cuneata, integra, coriacea; nervus medianus parum utraque pagina prominens; nervi secundarii 5 jugi nonnunquam haud vere oppositi, angulo 45-65° inserti, supra parum prominentes, subter fere immersi; nervus marginalis a margine fere 1 mm distans; nervi alii supra manifesti, subter vix conspicui. Flores in axillis foliorum minorum caducorum basi ramulorum solitarii, nonunnquam pluribus confertis. Pedicellus vulgo 2-4 cm longus 0,8-1 mm crassus. Sepala 4 (3-5) coriacea late ovato-acuta, nonnunquam disparia, nervis 2-3 parallelis parum conspicuis. Discus extrastaminalis carnosus, sinuato-lobatus. Stamina 8-9 basi gynophori inserta, filamentis 5-6 mm longis, 0,5 mm crassis usque ad basim liberis, ad apicem subito angustatis. Antherae biloculares oblongo-ovatae, basi sagittatae, dorsifixae, flavae. Gynophorus filamentis bis crassior, vix longior, apice dilatatus et in ovarium ovoideum transiens. Ovarium apice attenuato-retusum, stigmate sessili depresso vix supereminente. Loculus media parte ovarii placentis 2 munitus, quoque ovulis fere 6, biseriatis. Fructus sphaericus 25-30 mm diametiens tactu aspero pedicello sicut gynophoro haud elongatis sed ad 2 mm incrassatis; latere crasso firmo 5-10 mm crasso, nonnunquam loculo septo spurio transverso vel obliquo diviso; semine unico (nonnunquam 2?) nonnunquam abortivo, latere affixo; embryone ignoto.

Type : Conservation des Réserves naturelles 4088 R.N. (*Rakolovao* leg.); in herb. Paris. Madagascar Ouest : 8e Réserve (Soalala).

3. **Boscia madagascariensis** (DC.) Hadj Moust. 1964 diagn. em.

Niebuhria madagascariensis DC., Prodr. 1 : 244 (1824). — *Maerua madagascariensis* (DC) H. Baill., Bull. Soc. Linn. Par. **2**, 59 : 466 (1885); Hadj Moust., Bull. Soc. Bot. Fr. **102** : 475 (1956).

Frutex vel arbor 2-10 m altus, foliis persistentibus. Rami teretes cinerei plus minusve tortuosi, ramulis ultimis interdum fasciculatis, dilute viridibus

Source : MNHN, Paris

vel luteolis. Folia plus minusve ad apices ramulorum conferta, duobus apicalibus oppositis, aliis gradatim alternis, vulgo foliolis 3 (interdum 4-5), glabris, florum tempore membranaceis, fructuum tempore subcoriaceis. Stipulae minimae subspinosae. Petiolus basi et apice articulatus, 3-4 cm longus, 1 mm et ultra crassus, subteres; petioluli 5 mm et ultra longi, ad 1 mm crassi. Foliolorum lamina florum tempore oblongo-obovata subemarginata, mediani 7 cm longa, 2 cm lata, lateralium 5 cm longa, 1,5 cm lata; nervus medianus solum subter prominens; nervi secundarii 5-6 jugi, obliqui, tenues, dispares, nervo marginali tenui irregulariter transeuntes. Fructuum temporis foliola crassiora subcoriacea, dilute viridia, minora. Flores vulgo basi ramulorum ultimorum multi fere propter 10 cm dispositi, in axillis foliorum delapsorum bini vel interdum solitarii. Pedicelli paullo arcuati, glabri, ad 2 cm longi, 1 mm crassi; sepala 4 praesertim margine pubescentia, valvata, elliptico-suboblonga, rotundata, firma, nervis tenuibus parallelis 3-7, anthesis tempore reflexa. Discus carnosus sublobatus parvus (2-3 mm diam.). Stamina 10, filamentis gradatim attenuatis pedicello longioribus sed multo gracilioribus. Antherae dorsifixae, ovoideo-suboblongae (2 mm longae, 1 mm latae) connectivum versus concavae. Gynophorus filamentis longior et crassior (15-20 mm × 0,6-0,7), apice ovarium ovoideum (2,5 mm × 1,5), basi apiceque attenuatum, stigmate depresso fere ad 1 mm dilatato. Placentae 2 quaque 2-4 ovulata, ovulis 0,4 mm. Fructus (4566 SF) sphaericus 2,5 cm diam. (3-4 cm, Keraudren 711), tactu asper, subluteo-viridis, pedicello gynophoroque haud elongatis sed incrassatis (2-3 mm); pericarpium firmum, crassum; endocarpium fibrosum; semina evoluta 1-4 embryone (plicato ad 1 cm) in longum bis plicato radicula longa apice subacuta cotyledonibus valide involutis et plicatis apice obliquis subtruncatis vel subemarginatis.

Type : Thompson s.l.n.n°, in herb. DC. (Genève).

Spécimens complémentaires : 18036 SF (R. Capuron leg.) de Tsimembo (Centre Ouest) (fleurs); 4566 SF (fruits jeunes); Keraudren 711 (fruits mûrs), des environs de Tuléar.

4. **Boscia longifolia** Hadj Moust. sp. nov.

Arbor foliis pendentibus ramis tortuosis teretibus castaneocinereis, lenticellis multis ornatis. Ramuli alterni ramique folia tarde caduca, alterna, unifoliolata, oblonga, recta vel saepius falcata gerentes. Stipulae haud visae verisimiliter caducissimae (in speciminibus dubiis spinosae). Petiolus solum basi articulatus, teres transversim valide corrugatus 1 cm et ultra longus, 1,2 mm crassus. Lamina crassa, oblongo-falciformis, marginibus fere parallelis, apice rotundata, basi gradatim angustata 10-12 cm longa, 6-8 mm crassa, (15 mm in forma quadam); margo colore diluto conspicua, sicut nervus medianus et nervi submarginales 2, pagina superiore vix prominentes, pagina inferiore vix conspicui; nervi secundarii obliqui 4-5 jugi parum conspicui. Flores subvirides vulgo basi ramulorum ultimorum foliis parvis membranaceis ad apicem munitorum bini, interdum quoque propter ramulos eosdem alibi, vel in axillis foliorum delapsorum ramulorum majorum; interdum solitarii,

Source : MNHN, Paris

Pl. 2. — *Thylachium laurifolium* : **1**, sommet de rameau feuillé (les 4-6 fleurs en corymbe du sommet de la ramille sont tombées) × 2/3 ; **2**, capuchon (moitié supérieure du calice) gr. nat. ; **3**, fleur, à peu près gr. nat. ; **4**, fruit × 2/3. — *T. monophyllum* : **5**, sommet de rameau fleuri × 2/3 ; **6**, fruit (jeune ?) gr. nat. — *T. pouponii* : **7**, sommet de rameau avec feuilles spatulées, × 2/3 ; **8**, fleur et jeune bouton sur un rameau de 1 cm d'épaisseur ; **9** jeune fruit × 2/3.

Source : MNHN, Paris

ut videtur quam in Bosciam madagascariensem pauciora. Pedicellus paullo arcuatus 15-20 mm longus, 0,6 mm vel paullo ultra crassus, glaber. Sepala 4 ovato-oblonga acuta, 4-5 mm longa, 2-2,5 mm lata, subcarnosa, subcoriacea, glabra, nervis parallelis aliquibus, parum conspicius, post anthesin reflexa. Discus carnosus paullo subinfundibuliformis, sinuatus, fere 2 mm diam. Stamina 6-8, filamentis bis in alabastro sicut littera S plicatis, deinde oblique extensis; antheris elliptico-oblongis, dorsifixis, introrsis, fere 2 mm longis, 1 mm latis; gynophoro ad 1 cm longo, 0,6 mm crasso a basi ovarii subito incrassata manifeste distincto; ovario ad 3 mm longo, 2 mm crasso; parte centrali sphaerica cava ad apicem satis gradatim, ad basim magis abrupte angustata; loculi latere satis crasso; placentis 2, quaque seriebus 2 ovulorum 2, fere 0,3 mm magnorum, munito. Fructus sphaericus cinereo-viridis vel luteolus, 2 cm-2,5 cm diam., interdum sed non semper apice basique umbonatus (in forma foliis minus angustis); pedicello sicut gynophoro haud elongatis, sed incrassatis (2 mm); loculo unico uniseminato; pericarpio carnoso, endocarpio lignoso, embryone semen totum implente, sphaerico, fere 1 cm diam., maxime (magis quam in Bosciam madagascariensem) plicato-involuto.

Type : Decary 8584, spécimen en fleur (Madagascar Sud, Ambovombe, 12 mai 1931). In herb. Paris.

Spécimen fructifié : Humbert 5492 (Madagascar Sud, plateau calcaire à l'Est du delta de la Linta, 29 août 1928).

5. **Thylachium monophyllum** Hadj Moust. sp. nov.

Arbor ramosa 4-5 m alta. Ramuli ultimi satis robusti (3 mm), rufo-castanei vel cinerei, lenticellis satis crebris ornati. Folia unifoliolata ad apicem ramulorum sterilium satis conferta, basi ramulorum fertilium magis distantia. Stipulae haud visae, verisimiliter nullae. Petiolus satis robustus, 8-12 mm longus, 1-1,5 mm crassus, basi et tertio superiore articulatus. Lamina ovato- vel obovato-orbicularis, vel usque ad ovato-oblongam, subcoriacea, glabra, vulgo 5-8 cm longa, 4 cm lata; novellis in longum plicatis et costis medianis extra curvatis, margine vix revoluto. Costa maxima supra canaliculata, subtus prominens; nervi secundarii praesertim pagina inferiore prominentes, 4-6-jugi, angulo satis aperto inserti, plus minusve curvati, prope (1-2 mm) marginem connecti; reticuli maculae prominentes 2-4 mm latae; apex mucrone minimo munitus, sed costa mediana valde extra revoluta pseudo-emarginatus. Flores in corymbis fere 10-floris apice ramulorum parvorum (8-10 cm), basi foliosorum, dispositi; floribus aliquibus solitariis. Flores albidi vel luteo-albidi ad 6 cm longi (pedicello 2-3 cm, gynophoro 3cm). Pedicellus apice paullo dilatatus. Calyx membranaceus. Discus parum altus (1,5 mm). Columna basilaris 3-4 mm alta., 1,5-2 mm crassa. Stamina 25-30; filamenta fere 2 cm 5 alta, 0,5 mm crassa, apice tenuata; antherae oblongae (2,5 mm longae, 0,6 mm latae), dorsi-subasifixae, basi bilobatae, apice acutae, lateribus rimosis. Gynophorus ante anthesis tempus 3 cm longus, ad 1 mm crassus. Ovarium ovoideum 3-4 mm altum, 1,5-2 mm latum, stigmate sessili paullo supereminente, paullo circinato. Fructus (Perrier de la Bâthie 12 714) verisimiliter haud maturus, ovoideo-subglobosus, 15-20 mm altus, 12-15 mm

Source : MNHN, Paris

latus, glaber, vix asper, cinereo-viridis in sicco; stigmate paullo laterali, stipite ad 5 cm longo (gynophoro incrassato 2,5 cm longo, 1,5 mm crasso, pedunculo 2-2,5 cm). Pericarpium seminaque ea *T. Seyrigii* renovantia (Serv. Eaux et For. 1508).

Type : Decary 9868 : Madagascar Sud, Tranoroa (Androy). In herb. Paris.

Spécimen en fruit : Perrier de la Bâthie 12714 : Madagascar Ouest (secteur Sud); Benenitra, sur l'Onilahy.

6. **Thylachium Seyrigii** Hadj Moust. sp. nov.

Frutex vel arbor ad 4 m alta, glabra, trunco 10-15 cm diam. Ramuli teretes, dilute castanei lenticellis crebris ornati; ultimis ad 20 cm longis, 3-4 mm diam. foliosis et floriferis. Stipulae baud visae sed cicatricibus parvis duabus in longum prope basim petioli conspicuis. Folia trifoliolata, dilute viridia. Petiolus 3 cm longus, 1 mm crassus, basi apiceque articulatus. Petioluli 5 mm longi, 1 mm crassi. Foliola oblongo-lanceolata, mediana 4,5-5 cm longa 10-12 mm lata, lateralibus 3,5-4 cm longis, 10-12 mm latis; tribus basi acute cuneatis, apice acuto-rotundulis submucronulatis. Nervus medianus prominens, praesertim pagina inferiore. Nervi secundarii utroque latere 5-6, obliqui utraque pagina paullo prominentes, prope marginem inter se continuati. Flores multi apice ramulorum in corymbum vel racemum corymborum dispositi, foliis interpositis, racemis corymbiformibus 5-6-floris quoque in axillis foliorum inferiorum (saepe delapsorum) ramuli. Alabastra subviridia, apiculata, sphaerica, umbonata, fere 5 mm diam. Pedicellus apice incrassatus ad 2 cm longus, 1 mm crassus, in axilla bracteae parvae late triangulae insertus. Cucullus caducus vel interdum latere cupulae adhaerens. Cupula, i.e. calycis basis persistens, violacea 2-3 mm alta, 5-6 mm diam. in longum irregulariter fere 10-costata, intus a medio ad imum in disco crasso circulari incrassata. Columna basilaris fere 2 mm alta, 1,5 mm diam. Stamina 30-40 apice columnae aeque inserta. Filamenta dilute castanea subcomplanata, fere 1 cm longa, 0,5 mm vel paullo mugis lata apice satis abrupte angustata, post antheras delapsas dealbata. Antherae flavae, dorsifixae, 1,5 mm longae, 0,75 mm latae, latere dehiscentes. Gynophorus albus, brevis (7-8 mm), crassus (1 mm et ultra). Ovarium purpureo-violaceum magnum (3,5 mm longum ad 2 mm latum), stigmate sessili supereminente antheras vix vel non superante. Fructus quasi simul ac flores evolutus (perfecte maturo non viso) parvus (7-8 mm) ovoideo-subsphaericus, umbonatus, glaber, pedicello gynophoroque parum auctis, latere crasso, carnoso, firmo; septis spuriis aliquibus, seminibus paucis; embryone ignoto.

Type : Seyrig 749. Madagascar Sud : Anivorano, au nord d'Ampandrandava. In herb. Paris.

Echantillon en jeunes fruits : *Serv. Eaux. et For.* 8495 SF. R. Capuron leg. Bevilany, entre Ambovombe et Fort-Dauphin.

Source : MNHN, Paris

Pl. 3. — *Thylachium panduriforme* : **1**, sommet de rameau fleuri avec feuilles simples × 2/3; **2**, une feuille trifoliolée de rameau stérile; **3**, une feuille à folioles tendant à devenir panduriformes (forme du Causse d'Ankara, rappelant celles des Mascareignes) × 2/3; **4**, jeune fruit × 2/3; **5**, plantule × 2/3. — *T. Humbertii* : **6**, sommet de rameau fleuri × 2/3; **7**, fruit × 2/3. — *T. Sumangi* : **8**, sommet de rameau fleuri avec feuilles à 1, 2 et 3 folioles × 2/3; **9**, fruit × 2/3.

Source : MNHN, Paris

7. **Thylachium Humbertii** Hadj Moust. sp. nov.

Arbor parva, ramulis rectis, cortice rufo-castaneo, lenticellis paucis; vetustiore in longum rimoso; novellis dilute luteo-viridibus; quibusdam foliis basi petioli eminentiis parvis (stipularibus?) adjunctis. Folia raro (praesertim prope flores) unifoliolata, vulgo trifoliolata. Petiolus 5 mm (foliis unifoliolatis) -4 cm (trifoliolatis) longus, basi et apice articulatus. Lamina subcoriacea, oblongo-linearis, acuta, dilute viridis, 5-7 cm longa, fere 5 mm lata, verisimiliter anthesis tempore (Humbert 11 206) brevior (5 cm) latiorque (10 mm), primum in longum plicata, paginae superioris dextera parte adversus sinistram conferta; costa maxima supra canaliculata, subtus prominenti; nervis secundariis anthesis tempore parum conspicuis, fructuum tempore haud distinctis; margine cartilagineo. Flores in glomerulis terminalibus dispositi (Humbert 11 206); axi fertili brevi (fere 1 cm), pedicellis brevibus (1 cm longis, 1-1,5 mm crassis). Alabastrum ovoideo-oblongum (10-12 mm longum, 7-8 mm latum), apiculo fere 1 mm longo. Cucullus nonnunquam irregulariter abscissus. Discus parum crassus ultra cupulae medium adhaerens; columna communis brevis (pubescens?). Stamina pauca (15?), filamentis satis robustis (1 cm longis, 0,5 mm crassis); antheris ignotis. Gynophorus 2 cm altus, 0,7-1 mm crassus. Ovarium cylindrico-oblongum, 4-5 mm longum, 1-1,5 mm latum, stigmate sessili paullo convexo et supereminente, fusco. Fructus obovoideus vel ellipsoideus, laevis, 4-5 cm longus, 2-2,5 cm latus, stipite 3,5 cm (cujus gynophoro 2 cm, pedicello 1,5 cm) longo, fere 2 mm crasso.

Type : Humbert 13 415. Madagascar Ouest (secteur Sud) : vallée de la Sakamalio, affluent de la Manambolo (bassin du Mandrare). In herb. Paris.

Spécimen en jeunes fleurs : Humbert 11 206. Plateau de l'Horombe, lisières occidentales vers Ranohira.

8. **Cleome Perrieri** Hadj Moust. sp. nov.

Parva, gracilis, pubescens, glanduloso-viscosa, basi lignosa, glabrescente. Caules ad 20 cm alti vel minores (in locis maxime adversis, et ibi in lineis multangulis, intricati) in longum striati. Folia basi, caulium trifoliolata apice simplicia; foliola oblongolinearia vel obovato-oblonga, 5-15 mm longa ± 2 mm lata, mucronata. Flores in racemis paucifloris (3-4-floris) in axillis foliorum apicalium 1-2-foliolatorum; pedicello filiformi ad 5 mm longo; floribus parvis (sepalis 2 mm longis, petalis luteis 3-4 mm longis, 1-1,5 mm latis, staminibus 6, antheris satis magnis); ovario subsessili 3-4 mm longo, primum elongato (7-8 mm) sed filiformi; fructu submoniliformi multo latiore (1,5 mm), tumoribus 3-4 convexo; semine nigro, subsphaerico-compresso, ad 1 mm magno, sulco (sinu) parum alto, reticulo parum prominenti.

Type : Perrier de la Bathie 19095. — Madagascar (Sud-Ouest) près du lac Tsimanampetsa. In herb. Paris.

Source : MNHN, Paris

9. **Cleome Bojeri** nom. nov. — *C. micrantha* (Boj.) Bak., non Desv.

Subsp. **Leandrii** Hadj Moust. subsp. nov.

Annua basi paullo lignosa, erecta, parum ramosa pilis paullo hirtis. Folia uni-trifoliolata, 1-2 cm distantia magnitudine varia, maximorum foliola media fere 3 cm longa, 6-7 mm lata, nonnunquam majore, inferioribus trifoliolatis, apicalibus unifoliolatis paullo minoribus. Flores ad apicem caulium ad 12, ad 0,5 cm distantes. Pedicelli fere 5 mm longi, pilis glandulosis muniti. Flores lutei, sepalis ovato-acutis, 3 mm longis, 2 mm latis, pilis glandulosis muniti; petalis obovato-lanceolatis primum sepalis aequilongis, deinde ad 6-7 mm longis; staminum filamentis fere 3 mm longis; antheris oblongis fere 0,7 mm; ovario subsessili, ovoideo-oblongo, castaneo 2-2,5 mm longo, 1 mm crasso, stylo 1-1,5 mm longo; stigmate minimo capitato. Fructus oblique ascendentes, pedicellis 7-8 mm longis, rufo-castanei pilis apice glandulosis paullo hirti, fere 2 cm longi, 2 mm lati, apiculo 1 mm longo vel paullo majore, stigmate minimo capitato persistente, valvis striis fere 10 vix obliquis in longum ornatis. Semina fusco-castanea, subgloboso-compressa, fere 1,5 mm diametientia, costis transversis multo magis quam concentrica prominentibus sinu parum alto.

Type de la sous-espèce : Perrier de la Bâthie 5026. — Madagascar (Centre) : montagnes de l'Ankaratra. In herb. Paris.

10. **Cleome monophylla** L. var. **madagascariensis** Hadj Moust. var. nov.

A typo differt floribus luteis.

Type : Humbert 12407. Madagascar (Ouest) : vallée moyenne du Mandrare près d'Anadabolava.

Source : MNHN, Paris

SUR LES HALORAGACÉES D'INDOCHINE

par
M. L. Tardieu-Blot

Les Haloragacées sont des plantes palustres ou hygrophiles, le plus souvent des herbes de petite taille, aquatiques ou limicoles, parfois des plantes terrestres à très grandes feuilles palmées (*Gunnera*, genre dont on a fait parfois une famille à part, les *Gunneraceae*). Elles comprennent environ 160 espèces à large répartition géographique.

La position systématique de cette famille a été fort discutée : actuellement on la range à côté des *Onagraceae* soit dans les *Myrtiflorae* (Lawrence, Melchior) soit dans les Lythrales (Hutchinson).

En Indochine, les genres *Haloragis* et *Myriophyllum* sont seuls représentés. Guillaumin in Lecomte Fl. Gén. Ind. **2** : 74 (1920) cite 2 *Haloragis* et 3 *Myriophyllum*.

Ayant fait la révision de cette famille pour la Flore du Cambodge, Laos, Vietnam, nous citerons ici quelques nouveautés ou espèces intéressantes.

MYRIOPHYLLUM

Craib, dans Flora Siamensis Enumeratio **1**,4 : 591 (1931), étudiant une plante de Kerr venant de Songka, Nakawn Sritamarät, n° 15098, plante terrestre trouvée près de la mer sur sol sableux, au bord d'un marécage, la rapproche du *M. Mezianum* Schindler de Madagascar, dont il fait la variété *siamense*. Ce *Myriophyllum* de Madagascar est particulièrement intéressant car il constitue avec *M. dicoccum* d'Australie, un sous-genre à part, le ss. genre *Dicarpum* de Schindler, caractérisé par son ovaire 2-loculaire, ses feuilles opposées ou alternes, non verticillées. Pour notre échantillon il s'agit en réalité d'une espèce différente du *M. Mezianum* que nous appellerons donc *M. siamense* (Craib) Tard. *stat. nov.*, et dont voici la description Craib n'ayant donné que 2 lignes de diagnose.

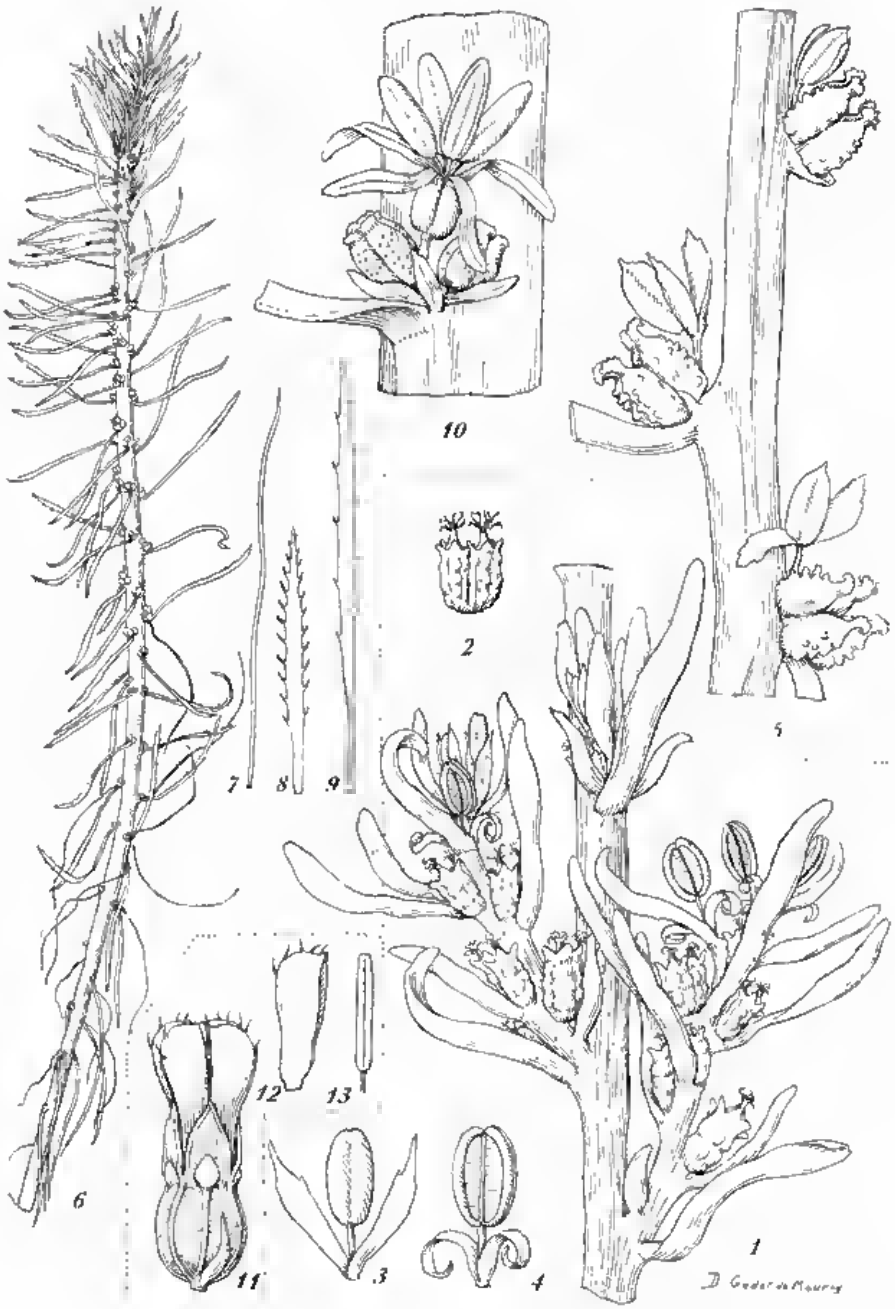
Myriophyllum siamense (Craib) Tard. *stat. nov.*

Myriophyllum Mezianum Schindler var. *siamense* Craib, *loc. cit.* p. 591.

Herba tenella, caule ± repente, ascendente, 6-7 cm alta. Folia omnia alterna vel opposita, linearia vel lineari-lanceolata, integerrima.

Flores in foliorum axillis sessiles, singuli, inferiores, ♀ summi ♂. Flores ♀ nudis, 0,6 mm longis, bracteolis, petalis sepalisque 0, calycis tubus urceolatus, compressus, 2 sulcatus, verrucosus, ovarium 2-loculare, styli 2, bre-

Source : MNHN, Paris



Pl. 1. — *Myriophyllum siamense* (Craib) Tard. (Bon 5290) : **1**, fragment de rameau × 14; **2**, fleur ♀ × 20; **3, 4**, fleur ♂ × 20. — *Myriophyllum Bonnii* Tard. (Bon 5897); **5**, rameau avec fleurs ♀ × 14. — *Myriophyllum intermedium* DC. (Mooney 2845); **6**, aspect général × 2; **7, 8, 9**, différents types de feuilles × 15; **10**, détail d'inflorescence fleur ♂ et 2 fleurs ♀ à la base × 15. — *Haloragis isomera* Parker (Eberhardt 1802) : **11**, fleur × 12; **12**, pétale × 12; **13**, étamine × 12.

Source : MNHN, Paris

vissimi, apice stigmatosi; flores ♂ 0,6-0,7 mm longis, calycis tubus reductus, petala 2, oblonga, membranacea, recurvata; stamina 1, filamentis 2 mm longis, antheris ellipticis 1,8 mm longis. Fructus 2-coccus, tuberculatus.

Type : Songka, Nakawn Sritamarāt, Kerr 15098. (K)! Pl. 1.

MATÉRIEL INDOCHINOIS :
Prov. de Than Hoa, Bon 5290; prov. du Lang Bian, massif du Lang Bian, près de Danhim, Chevalier 30941.

SCHINDLER décrit dans ENGLER, Pflanzenreich IV, 225 : 104 (1905), l'espèce malgache avec 2 étamines. Nous avons examiné l'isotype, provenant de Fort Dauphin, Scott Elliott 2963 et, comme l'avait déjà remarqué CRAIB, nous n'avons trouvé qu'*une* étamine.

Le fruit de notre espèce indochinoise est très différent de celui de l'espèce malgache qui possède de très grands piquants et des verrues régulièrement organisées en rangées de 8; l'étamine de la fleur ♂ a un filet beaucoup plus long que l'ovaire dans l'espèce malgache, plus court dans notre espèce; enfin dans notre espèce, l'ovaire porte au sommet les lobes persistants du calice, et des tubercules beaucoup plus irrégulièrement disséminés que dans l'espèce malgache.

Le *M. siamense* est connu du Siam et du Vietnam et se rapproche donc de l'espèce malgache *M. Mezianum*. Schindler avait décrit le sous-genre *Dicarpum*, caractérisé par son fruit dicoque, ses feuilles non verticillées, ses anthères elliptiques, avec 2 espèces : *M. Mezianum* et *M. dicoccum*. Notre 3e espèce forme, par sa localisation, comme un pont entre les 2 extrêmes de l'aire de répartition de ce sous genre, connu jusqu'alors seulement et par de rares échantillons, à Madagascar et en Australie.

Une autre espèce de *Myriophyllum*, représentée par un échantillon assez peu fourni et probablement passé inaperçu à cause de sa très petite taille, est aussi fort intéressante, voici sa description :

Myriophyllum Bonii Tard. sp. nov.

Herba tenella, caule filiforme, ramo suberecto, folioso, 4-8 cm alto. Folia omnia alterna, 0,6-0,8 cm longa, inferiora pinnatifida, serrata, vel in lobis 5-7 dissectis, superiora integerrima, lineari-lanceolata, 0,4-0,5 cm longa, 0,1 cm lata.

Flores in foliorum axillis sessiles, singuli, bracteolis 2, minutissimis, norma ⚥ vel reductione ♂, ♀ paucis vel nullis. Flores ♂ : calycis tubus in pedicellum 0,2 mm longum reductus, petala 2, oblonga, apice denticulata, membranacea, stamina 1, antheris ellipticis, 0,5 mm longis, filamentis brevis. Flores ⚥ 0,7 mm longis, ovarium 4-loculare. Styli 4, breves, capitato stigmatosi, tuberculiforme-papillosi. Fructus ignotus.

Holotype : Vietnam (Nord) : Lang Sử, Bon 5897 (P).

Le récolteur ne donne malheureusement aucun renseignement écologique sur cette espèce.

Source : MNHN, Paris

Le *M. Bonii* est donc caractérisé par ses feuilles non verticillées, ses fleurs ⚥ très rarement unisexuées par réduction, son ovaire 4-loculaire, son androcée réduite à une étamine. Par ces caractères elle ne peut se ranger dans aucun des sous-genres de SCHINDLER dont voici les caractères groupés en tableau avec ceux de notre espèce.

Eumyriophyllum	*Brachytheca*	*Dicarpum*	*M. Bonii*
Feuilles opposées ou verticillées	Feuilles non verticillées	Feuilles non verticillées	Feuilles non verticillées
Fleurs ⚥	Fleurs unisexuées	Fleurs unisexuées	Fleurs ⚥
Étamines 8 (rarement 4)	Étamines 4	Étamines 4	Étamine 1
Ovaire 4-loculaire, fruit à 4 coques.	Ovaires 4-loculaire, fruit à 4 coques.	Ovaire 2-loculaire, fruit à 2 coques.	Ovaire 4-loculaire, fruit à 4 coques.

Cette espèce, caractérisée par la grande réduction de ses fleurs, forme donc une sorte d'intermédiaire entre toutes les sections définies par SCHINDLER.

Source : MNHN, Paris

SCHOMBURGKIA TIBICINIS BATEM. *(ORCHIDACEAE)* AND ITS VARIETIES

by H. G. JONES.

The five species and their varieties which comprise *Schomburgkia Chauno-Schomburgkia* Schltr. may, in turn, be divided into two smaller subsections or alliances: the « Tibicinis Alliance », consisting of *S. tibicinis* Batem. and *S. Brysiana* Lem.; and the « Galeottiana Alliance », which contains the three remaining species—namely, *S. Galeottiana* A. Rich., *S. Humboldtii* Rchb. f. and *S. Wendlandii* (Rchb. f.) H. G. Jones. In the former group, the pseudobulbs are subconical-elongated and the floral perianth deeply undulate; while in the latter group, the pseudobulbs are distinctly conical in shape and the floral perianth only slightly undulate. Intermediate between these two groups we have the natural hybrid, *S. Parkinsoniana* H G. Jones.

In two previous articles, published in the American Orchid Society Bulletin, we have dealt with all the species of *Schomburgkia* and *Chauno-Schomburgkia* excepting *S. tibicinis;* hence the present article, devoted to this species and its two varieties, one of which was originally given full specific rank. For reasons which will be apparent, however, we have also included under our discussion of *S. tibicinis* a few further remarks on the related species, *S. Brysiana* Lem., which we had already discussed length in a previous article.

Schomburgkia tibicinis Batem., Orch. Mex. & Guat. t. 30 (1841).
Epidendrum tibicinis Batem. ex. Lindl. Bot. Reg. **14** : 8 (1838).
Cattleya tibicinis Beer, Prakt. Stud. Fam. Orch. : 215 (1854).
Bletia tibicinis Rchb.f. in Walp. Ann. Bot. Syst. **6** : 429 (1862).
Myrmecophila tibicinis Rolfe in Orch. Rev. **25** : 51 (1917).
Laelia tibicinis L.O. Wms. in Darw. **5** : 77 (1941).

DISTRIBUTION : Mexico, British Honduras, Guatemala, Honduras and Costa Rica.

S. tibicinis was first described in the great days of the Orchid species, when these plants were eagerly sought after and not infrequently purchased at fantastic prices by wealthy enthusiasts such as Mr. BATEMAN. In a short note appended to the original diagnosis, Dr. LINDLEY quoted Mr. BATEMAN as saying, « Flowers of the size and colour of *Cattleya labiata*, but I have not the means of giving their specific character ».

From the above remark, and from the vagueness of the latin description—which is confined to the vegetative features of the plant [1]

1. The original diagnosis of *Epidendrum tibicinis* Bateman ex Lindley reads as follows: « caulibus cylindraceis 3-4-phyllis foliis ovatis crassissimis triplo longioribus, scapo altissimo giganteo in racemum multiflorum desinente, floribus. »

Source : MNHN, Paris

Pl. 1. — *Schomburgkia tibicinis* Batem. and *S. tibicinis* var. *grandiflora* Lindl. (Kew Herbarium).

Source : MNHN, Paris

—it seems quite evident that, at the time of writing, Mr. BATEMAN had not seen the flowers of the new species which he was describing. Unfortunately, the flowers of *S. libicinis* are rather small in proportion to the large size of the plants; so that the magnificent blooms which Mr. BATEMAN anticipated had no existence outside the writer's imagination. The flowers of *Cattleya labiata* Lindl. measure 7-8 inches in diameter; while those of *S. libicinis*—even in its largest form, the var. *grandiflora* Lindl.—do not exceed 4 inches! Dr. LINDLEY was probably referring to this mistake, when later—in describing the var. *grandiflora*—he wrote: « In this instance the plant realizes the expectations that had been formed of it; in other cases it has disappointed them. »

The authorities at the Royal Botanic Gardens, Kew, appear to be somewhat uncertain as to what constitutes the type of *S. libicinis*. Mounted on the sheet of *S. libicinis* in Lindley's herbarium (Pl. 1), there are four flowers: (*a*) near the middle of the sheet, a very large flower (Mr. Hanbury 44), which is the type-specimen of the var. *grandiflora*; (*b*) at the bottom of the sheet, a very small flower, dissected, which is labeled « Sir T. Acland June 41 »; (*c*) at the top of the sheet, an unlabeled flower; and (*d*) just below the third flower, an envelope labeled *Epidendrum libicinis* Bateman , which contains the fourth flower. From the photographs very kindly supplied by Sir George TAYLOR, Director of the Kew Gardens, flowers (*c*) and (*d*) seem reasonably similar, and probably came from the original plant imported by Mr. BATEMAN. We have therefore treated these two flowers as the type-specimen of *S. libicinis*.

The flowers of typical *S. libicinis* measure about 2-2.4 inches in diameter, and are of a rich rosy-purply colour, excepting the front lobe of the lip, which is sometimes white. The species is closely related to *S. Brysiana* Lem., from which it may easily be distinguished by the colour of the flowers and the shape of the lip and the anther.

In our « Studies in *Schomburgkia* », which was published in the American Orchid Society Bulletin, **32**, January 1963, we attempted to tabulate the five main differences by which *S. libicinis* might be distinguisbed from *S. Brysiana*. One of these differences we described as follows:

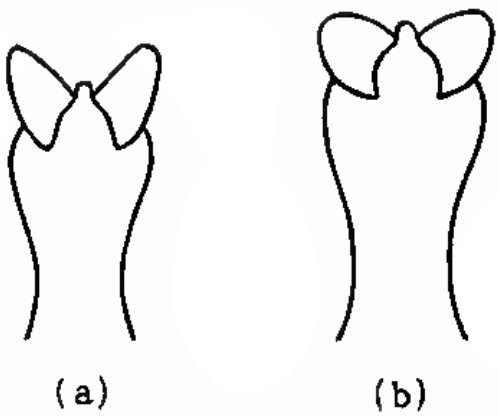
S. libicinis	*S. Brysiana*
Anther slightly notched.	Anther with two prominent divergent horns.

In the material which we examined during the course of our studies on *S. Brysiana*, this difference seemed to be conspicuous; and as our reference to the condition (quoted above) is self-explanatory, we felt at the time that it was quite adequate for the purpose for which it was intended. Alas! this was mere self-deception; for in a recent article by Messrs. GARAY and SLOCUM, also published in The American Orchid Society Bulletin, **32**, May 1963, the authors declare that they have found our statement « completely unintelligible »! Fortunately, we had preserved a small sketch of the two types of anther referred to; and we publish this below (pl. 2)

Source : MNHN, Paris

in the hope that it may serve to illuminate the obscurity of our original statement—if any exists— and also to dispel any doubt or confusion to which we may have inadvertently given rise.

In the same article, the authors also write: « We have not seen any horns on the anther of *S. Brysiana*, nor have we found such illustration by LEMAIRE ». Unfortunately, we cannot altogether agree with the last part of this statement. In the illustration which accompanied Lemaire's original diagnosis of *S. Brysiana*, the drawing of the anther shows that



Pl. 2. — Columns and anthers of (*a*) *Schomburgkia Brysiana* Lem. and (b) *S. tibicinis* Batem. enlarged. (From living material).

organ in a position which renders it impossible to clearly delineate the projecting horns; nevertheless, we believe that the artist has made an honest attempt to depict these features—insofar as his two-dimensional medium would allow—by shading [1]. The first part of the remark we interpret to mean that the authors did not see horns on the anthers of the specimens which they examined. If this is correct, then it is greatly to be regretted that in the otherwise excellent drawing of *S. Brysiana*— « prepared from living material »—which they publish, the anther is not shown at all.

In our discussion of *S. Brysiana*, we not only quoted Lemaire's description of the flowers in full, but later, in our tabulation, we again drew attention to the fact that the colour of the flowers was one of the main features by which this species may be distinguished from *S. tibicinis*. In spite of this, we find Messrs. GARAY and SLOCUM noting that « It is surprising ... notwithstanding Lemaire's description of the peculiar colour of the flowers ... so far no one heretofore had paid any attention to this fact. »

1. The copy of this illustration which we received from the Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, was published in our paper, « "Studies in *Schomburgkia*", mentioned above.

Source : MNHN, Paris

Schomburgkia tibicinis var. **exaltata** (Krzl.) H. G. Jones, comb. nov.

Schomburgkia exallata Krzl. in Mitt. Inst. Allg. Bot. Hamb. **6** : 342 (1926).

Distribution : Guatemala.

In the second part of « The Orchids of Guatemala » by Ames and Correll, (Fieldiana : Botany, **26**, 2, 1953), the authors wrote : « *Schomburgkia exallata* seems to be a small-flowered form of *Laelia tibicinis* [1]. We have seen small-flowered specimens that might be referred to *S. exallata* if it were recognized as distinct from *L. tibicinis*. » Actually, the flowers of this variety are slightly larger than those of *S. tibicinis* Batem.: they are, in fact, roughly intermediate in size between those of the typical form and of the var. *grandiflora*. Measuring about 2.8-3 inches in diameter, the flowers of the var. *exallata* are of a rich wine-purple hue, which comes nearer to brown than purple in some phases [2]. One is tempted to imagine that it was this quality of colour which the old poet had in mind when he spoke of ... οἶνοπα πόντον.

The original plant of *S. exallata* was collected by Ulmcke near Livingstone in Guatemala on April 11, 1925, and was sent alive to the Botanical Gardens at Hamburg, where it continued to be cultivated until it was destroyed by war nearly twenty years later. Dr. Kränzlin seems to have prepared his diagnosis from the living specimen, for there is no Holotype; but an excellent Isotype specimen was received by the Herbarium Hamburgense on September 21, 1926 (Pl. 3). Judging from a number of photographs of the living plant which have survived from the ensuing years, it must have been a fine specimen; but what a magnificent thing it would have been today, had it been allowed to live on undisturbed! We are grateful to the Director of the Herbarium Hamburgense for having placed this specimen and the photographs at our disposal for a period of six months.

The plant is so obviously a variety of *S. tibicinis* that we are completely at a loss to explain how Dr. Kränzlin came to describe it as a new species. Nevertheless, he did so; and in the discussion appended to the original diagnosis, he not only failed to mention that it showed any sign of relationship with *S. tibicinis*, but he actually compared its flowers with those of *S. undulata* Lindl.! « Von den bisher bekannten typischen Schomburgkien » he wrote, «weicht diese mehrfach ab. Die Stämme zunächst sind dick zylindrisch, aber weder keulen- noch spindelförming und ohne jegliche Spur einer Aushöhlung durch bzw. für Ameisen; ... Die Blüten jedenfalls sind nach Form und Färbung typische *Schomburgkia*-Blüten, am ähnlichsten denen von *Schomburgkia undulata* Lindl. »

1. The Ames and Correll conception of *Laelia tibicinis* was rather broad—to say the least! Apart from *S. exallata*, their description of this taxon also included the characters of *S. Brysiana*, *S. Brysiana* var. *Thomsoniana*, and *S. tibicinis* var. *grandiflora*; but none of these names were cited in synonomy.

2. One form under cultivation here in Barbados is said to have "dark mahogany-brown" flowers. We have obtained a piece of this plant, but it has not flowered as yet.

Source : MNHN, Paris

Pl. 3. — *Schomburgkia tibicinis* var. *exaltata* (Krzl.) H. G. Jones. (Herbarium Hamburgense).

Source : MNHN, Paris

We must confess that in spite of our efforts to do so, we have not been able to appreciate the full significance of these remarks. The pseudobulb on the isotype-sheet and those shown in the photographs were of exactly the same hollow subconical-elongated type as in all the other specimens of *S. libicinis* which we have seen; and although it was not possible to detect the ant-hole in the dried specimen—due to the crushed state of the pseudobulb at its base—this condition was clearly visible in one of the photographs. Dr. KRANZLIN did not suggest that *S. exaltata* was a natural hybrid between members of the two subgeneric sections of the genus—as he did in the case of *S. campecheana*—but nevertheless, to anyone who had not seen the plant, his remarks quoted above would certainly seem to suggest some such type of intermediate condition.

Schomburgkia tibicinis var. **grandiflora** Lindl. Bot. Reg. **31**, t. 30 (184)[1].

DISTRIBUTION : Honduras.

Apparently following a suggestion made by Dr. HOOKER in the Botanical Magazine, **75** (1849), some subsequent writers have united this variety with the type : in his two monographs on the Orchids of Mexico and Central America, published in the second and fifth volumes respectively of Ceiba, Dr. L. O. WILLIAMS even cites HOOKER's article as the original place of publication for the var. *grandiflora*. Actually, this variety may easily be distinguished from the type by its larger, differently coloured flowers and by the differently shaped front lobe of the lip: « floribus duplo majoribus labello extus pallido intus lobo medio luteo, albo v. violaceo-limbato ». The flowers measure 3.2-3.9 inches in diameter: the sepals and petals are light purple, the front lobe of the lip is white and the side lobes orange-yellow streaked with red.

The name *Schomburgkia grandiflora*, which has crept into horticultural literature as a synonym of *S. libicinis*, is almost certainly based on a misinterpretation of this variety. Unfortunately, however—or perhaps fortunately —the name appears to have been overlooked by the Botanical Bibliographers, and we have not been able to trace its author nor the original place of publication.

ACKNOWLEDGEMENT

We are grateful to Sir George TAYLOR, Director of the Royal Botanic Gardens, Kew, for permission to publish Pl. 1, which is copyright.

BIBLIOGRAPHIE

AMES, O. et D. S. CORRELL. — Orchids of Guatemala. Fieldiana: Botany, **26** (2 parts) (1952-53).

GARAY L. A. et SLOCUM C. — A Note on *Schomburgkia Brysiana*. American Orchid Society Bulletin, **32** (1963).

1. A copy of this plate is mounted on the same sheet as the type specimen (see Pl. 1)

Source : MNHN, Paris

HOOKER W. J. — *Schomburgkia tibicinis*, var. *grandiflora*. Trumpet *Schomburgkia*; large-flowered variety. Botanical Magazine, **75** (1849).

JONES H. G. — A Natural hybrid in the genus *Schomburgkia* Lindl. of the *Orchidaceae* discovered in Barbados. Journal of the Barbados Museum and Historical Society, **28** (1960).

JONES H. G. — Notes on two interesting species of *Schomburgkia*. American Orchid Society Bulletin, **3** (1961).

JONES H. G. — Studies in *Schomburgkia*. American Orchid Society Bulletin, **32** (1963).

KRÄNZLIN F. — Eine neue *Schomburgkia*. Mitteilungen aus dem Institut für Allgemeine Botanik in Hamburg, **6** (1926).

LEMAIRE C. — Correspondance : Plantes Communiquées. Jardin Fleuriste, **1** (1851).

LINDLEY J. — *Schomburgkia tibicinis*, var. *grandiflora*. Large-flowered variety of the Trumpet *Schomburgkia*. Botanical Register, **31** (1845).

REICHENBACH H. G. — Beiträge zu einer Orchideenkunde Central-Amerika's. Hamburg, (1866).

SCHLECHTER R. — Die Gattung *Schomburgkia* Ldl. Orchis, **7** (1913).

WILLIAMS L. O. — The *Orchidaceae* of Mexico. Ceiba, **2** (1951).

WILLIAMS L. O. — An enumeration of the *Orchidaceae* of Central America, British Honduras and Panama. Ceiba, **5** (1956).

WRIGHT N. P. — Orquideas de Mexico. Mexico (1958).

Source : MNHN, Paris

ÉTUDE SUR LES FORMATIONS VÉGÉTALES ET LEUR SUCCESSION ALTITUDINALE DANS LES PRINCIPAUX MASSIFS DU « SYSTÈME ALPIN » OCCIDENTAL. ESSAI DE COMPARAISON AVEC L'HIMALAYA

par
GÉRARD G. AYMONIN

et
RAJ KUMAR GUPTA

SOMMAIRE

Remarques préliminaires.

I. Formations végétales et étages de végétation dans les massifs occidenlaux :

A. Les montagnes atlasiques.
B. Les cordillères bétiques.
C. Les Pyrénées.
D. Les Alpes et les Balkans.

II. Les grands massifs montagneux du Moyen-Orient :

E. Les Alpes pontiques.
F. Les chaînes du Taurus et le Kurdistan.
G. Le Zagros.
H. Le Caucase.
I. L'Elbourz.

III. Le bloc himalayen et ses dépendances :

J. L'Afghanistan.
K. L'Asie centrale.
L. Les hauts massifs orientaux.
M. L'Himalaya.

Discussions.
Conclusions.
Documents bibliographiques.

REMARQUES PRÉLIMINAIRES

Il est toujours délicat, même dans les régions où les connaissances floristiques et les interprétations phytocénotiques sont relativement précises, de tenter d'esquisser une synthèse basée sur des comparaisons locales.

Depuis longtemps déjà, de nombreux auteurs se sont intéressés au problème de la végétation de l'ensemble de ce que l'on nomme le « système

Source : MNHN, Paris

alpin » au sens géologique classique, et des travaux furent publiés dès 1850. Plus récemment, de nouvelles recherches ont permis de préciser la nature, la composition et l'étagement des formations végétales dans l'Himalaya (32, 34, 48), et un essai de comparaison avec certaines chaînes montagneuses ouest-asiatiques et européennes a été tenté (35).

Le but de cet article n'est pas de décrire la végétation dans son ensemble, mais plutôt de considérer comment il est possible d'apporter des éléments pour dresser un parallèle à grande échelle. A cette fin, les limites des types de végétation les plus importants seront prises comme bases de discussion.

D'abord circonscrite à certains massifs seulement (Pyrénées, Alpes, Caucase, régions turco-iraniennes, Afghanistan, Asie centrale, Himalaya, Szechuan), cette étude ne pouvait cependant ignorer les problèmes posés par la Sierra Nevada d'Espagne, les massifs atlasiques, la haute chaîne de l'Elbourz, les montagnes du Taurus au contact même des déserts d'Arabie.

Une autre remarque essentielle s'impose : les Himalayas[1] forment un massif montagneux très élevé, absolument continu d'est en ouest sur 2.500 km du Dapsang (Karakorum, 8600 m) au Namcha Barwa (7750 m, à l'est); encore faut-il ajouter que les massifs du Changtu et du Yunnan ne sont séparés de l'Himalaya proprement dit que par le défilé du Brahmapoutre à plus de 3.000 m d'altitude et que le col de Baroghil (entre Karakorum et Hindoukouch) est à 3.800 m. Au total, le long d'une série de chaînes de montagnes de quelques 5.000 km, les altitudes les plus inférieures (petits bassins ou cols) sont de l'ordre de 3.000 m. Au contraire, il n'existe aucune continuité de cet ordre dans les massifs élevés situés plus à l'ouest, et les bassins fluviaux séparant les principales chaînes sont généralement compris entre 1500 et 0 m. Cette constatation est évidemment importante quand on veut parler d'unité ou de discontinuité, tant du point de vue climatique que du point de vue phytogéographique.

Enfin, les montagnes méridionales de l'Atlas qui atteignent 28° N ne sont pas en contact avec d'autres systèmes montagneux importants vers le sud; les grands pitons sahariens sont isolés à la fois des Atlas et des hauts sommets centre-africains; une même remarque est applicable à propos du Moyen-Orient. Pour l'Himalaya au contraire, il faut noter la continuité avec les hautes montagnes du Siam et de Chine, de même que la continuité vers l'Altaï.

D'autre part, les comparaisons sur la végétation sont essentiellement basées sur les formations ligneuses, parce que ce sont elles qui ont servi, dans la majorité des cas, à définir des limites. Il est certain qu'actuellement, elles sont mieux connues que les formations herbacées dont les compositions n'ont été étudiées d'une façon approfondie que dans certaines régions. De plus, les documents fossiles qui peuvent servir à étayer des hypothèses sur l'histoire des flores appartiennent souvent à des élé-

1. On désigne parfois au pluriel l'ensemble des massifs.

Source : MNHN, Paris

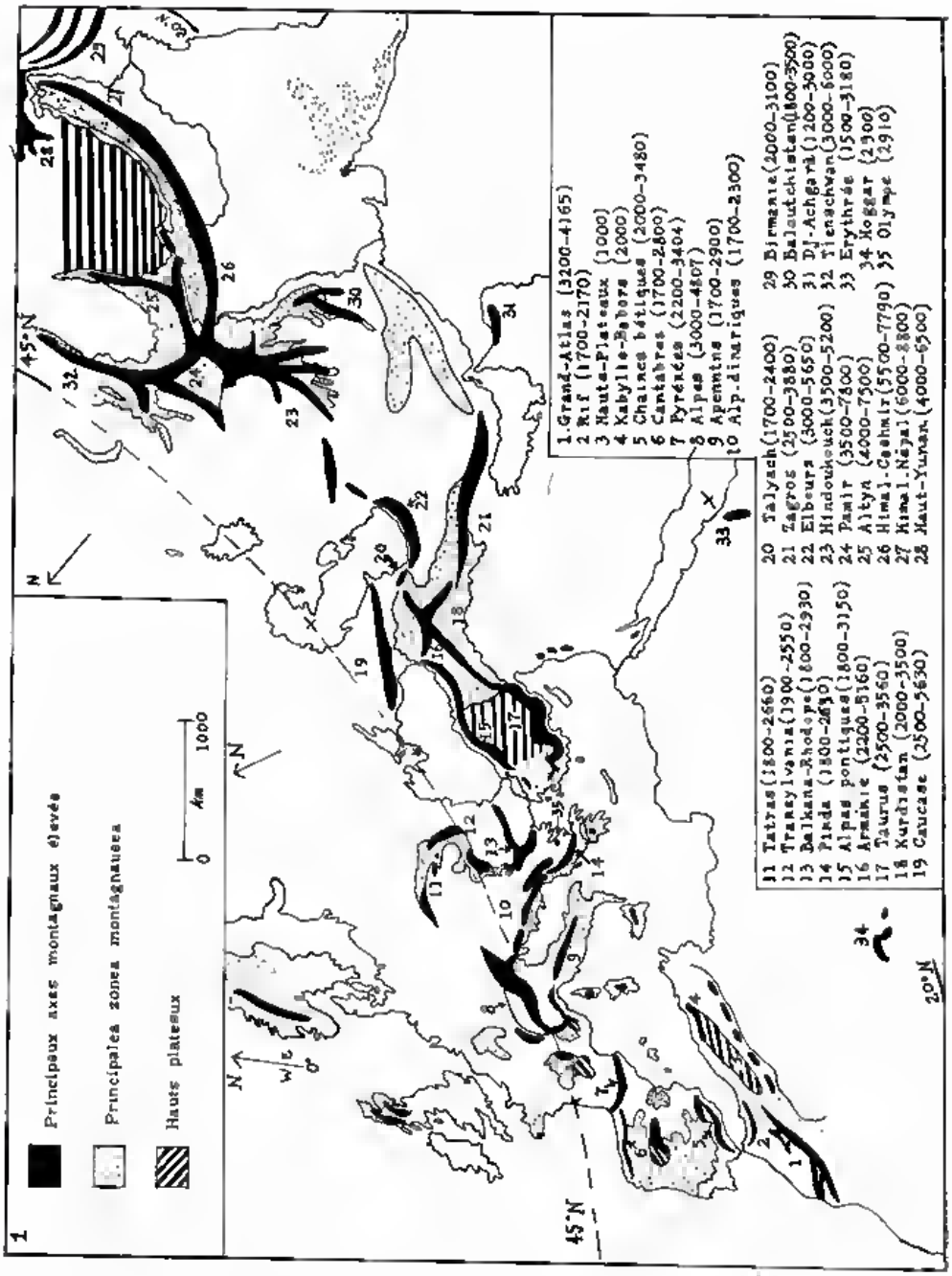


Fig. 1. — Carte montrant la localisation des principaux massifs montagneux cités. Les nombres ( ) indiquent les altitudes moyennes approximatives des hautes-chaînes et l'altitude maximum du massif considéré.

Source : MNHN, Paris

ments ligneux dont la conservation est meilleure. On ne cherchera donc pas à trouver dans ces pages des analyses détaillées de la composition floristique des formations qui pourront être citées.

Nous ajouterons également que, dans la mesure du possible, nous avons essayé de demeurer sur un plan descriptif, sans entrer dans des discussions sur les conceptions diverses que les auteurs ont pu se faire de certaines limites, de certains problèmes, spécialement de la causalité et de l'origine des peuplements actuels; en effet, des opinions très divergentes se sont fait jour dans les pays où les études phytogéographiques sont avancées, alors que dans d'autres cas (Europe du sud-est, Turquie, Iran, etc.) des questions telles la limite des étages méditerranéens, du domaine méditerranéo-montagnard, des influences continentales, etc., n'ont pratiquement pas été abordées.

I. — FORMATIONS VÉGÉTALES ET ÉTAGES DE VÉGÉTATION DANS LES MASSIFS OCCIDENTAUX

Nous comprendrons ici un ensemble de montagnes d'âge alpin (ou ravivées par les plissements alpins) qui s'étend sur un arc d'environ 4.500 km. Cet ensemble est morcelé et constitué de massifs très distincts les uns des autres, séparés par des effondrements ou des zones très basses; chacun d'eux paraît constituer, pour les biogéographes, une entité bien délimitée, dans laquelle existent des espèces caractéristiques qui créent un endémisme local plus ou moins ancien (paléo, patro ou schizo-endémisme de Favarger).

Ces diverses montagnes présentent à la fois des formations végétales homologues ou comparables, et seulement quelques étages de végétation analogues.

A. LES MONTAGNES ATLASIQUES.

L'ensemble des massifs est grossièrement orienté WSW-ENE, avec une inclinaison NE-SW plus marquée dans la zone marocaine. La distribution de la végétation est liée à trois facteurs essentiels : la présence simultanée de trois influences climatiques, saharienne, océanique (peu marquée) et méditerranéenne, l'extension assez grande en latitude (28° N-37° N), les dénivellations brutales de quelques centaines de mètres à plus de 4.000 m.

Les étages que l'on rencontre sont donc assez sensiblement différents du sud au nord. Dans le Sud, au contact du Bani, les zones les plus inférieures sont occupées par l'Arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels), seule Sapotacée à atteindre le bassin méditerranéen occidental. Se développent successivement ensuite les formations à *Callitris articulata* (Vahl.) Murb., puis à *Juniperus phoenicea* L. En altitude, on note les groupements à *Quercus Ilex* L. puis à *Juniperus thurifera* L. Au sein de ces dernières formations, et surtout en versant non saharien, existent des îlots de *Cupressus*

Source : MNHN, Paris

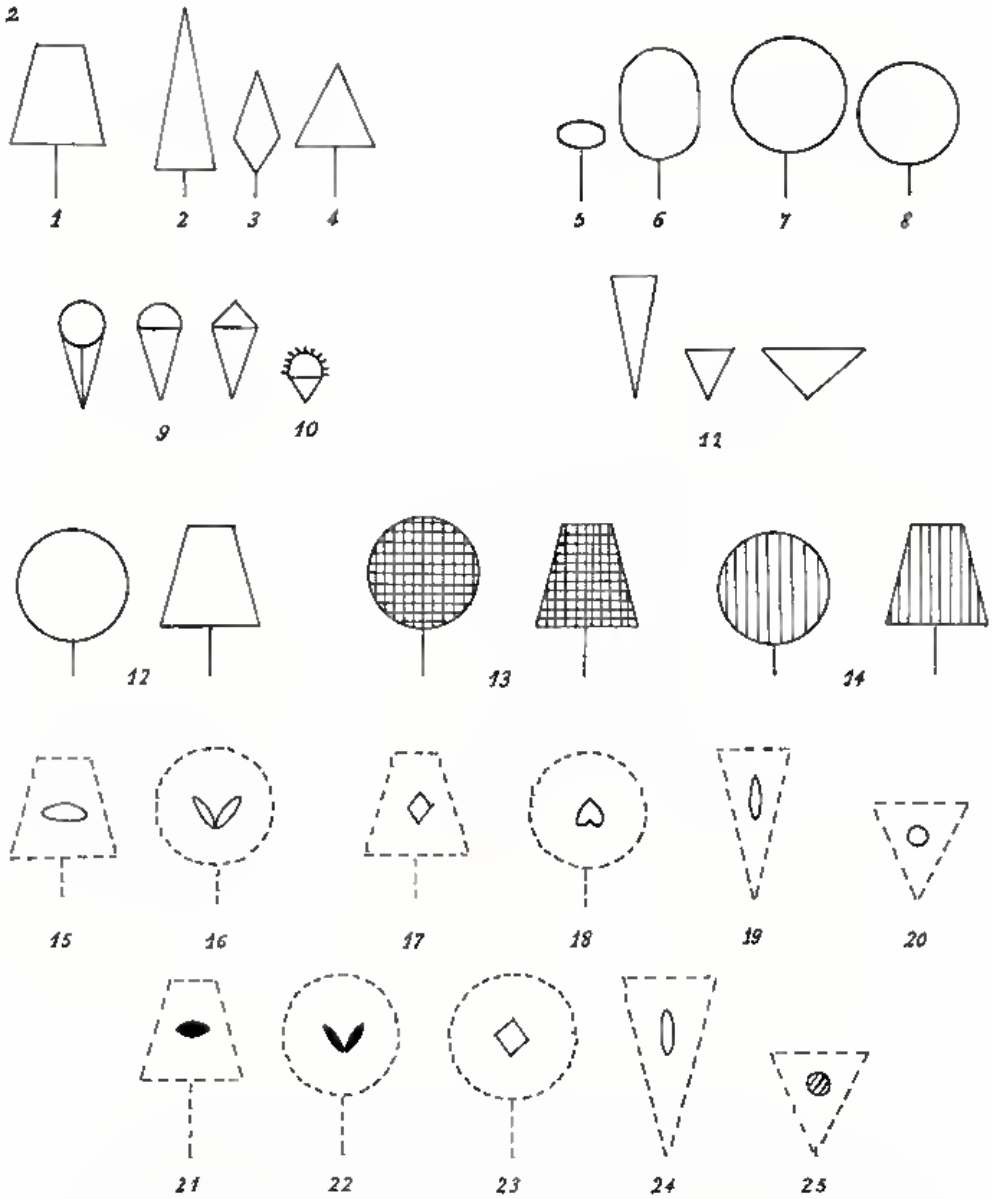


Fig. 2. — Légende des représentations symboliques des fig. 3, 4 5/2, 9. (système de P. Danserau, modifié). **Silhouettes (1-11).** — Arbres (**1-8**), Conifères (**1-4**) : **1**, *Cedrus, Larix;* **2**, *Picea, Abies;* **3**, *Juniperus;* **4**, *Pinus, Tsuga*, etc.; Feuillus (**5-8**); Arbustes et Arbrisseaux (**9-10**); Herbacées et Graminées (**11**).
Figuré du fond 12, feuillage décidu; **13**, sempervirent; **14**, semi-décidu.
Sigles inscrits Formes des feuilles (**15-20**) — 15, aiguilles, épines; **16**, f. composées; **17**, f. moyennes (mésophylles); **18**, f. grandes (méga- et macrophylles); **19**, f. graminoïdes; **20**, f. thalloïdes. — Structures des feuilles (**21-25**) — **21-22**; sclérophyllie; **23-24**, f. membraneuses; **25**, très fines.

Source : MNHN, Paris

sempervirens L., *Pinus halepensis* Mill., *Quercus faginea lam.*, *Q. suber* L. L'étage alpin est typiquement constitué par la « garrigue à chaméxérophytes épineux », spécialement les genres *Erinacea*, *Cytisus*, *Arenaria*, *Vella*, *Alyssum*, auxquels peuvent se mêler, même au-dessus de 3.000 m, les *Juniperus Oxycedrus* L. et J. *communis* L. Cette garrigue peut laisser place à des formations alpines ne comprenant que des espèces à appareil végétatif aérien herbacé.

Plus au nord, c'est-à-dire dans la partie centrale de l'Atlas occidental, la succession altitudinale peut ainsi être schématisée : groupements de l'*Oleo-Lentiscetum*, souvent secondaires, avec *Olea europaea*, *Pistacia Lentiscus* L., *Chamaerops humilis* L. Le Chêne liège (*Quercus suber* L.) peut prendre une large extension forestière. La Callitriaie et la Chênaie verte demeurent encore les formations les plus caractéristiques des altitudes moyennes, la première plus xérophile que la seconde, habitant les régions les plus « méditerranéennes ». Les forêts très localisées de Chêne zeen (*Quercus faginea* Lam.) prennent place dans ces zones, ne dépassant guère 1.500 m. La formation qui prend en montagne une grande extension est sans conteste la Cédraie dont les limites, en tant qu'étage de végétation bien développé, paraissent s'inscrire entre 1.800 et 2.500 m, avec des minima vers 1300 m, des records vers 2.800 m. Généralement, les forêts à *Cedrus atlantica* Man. s'étendent au sein de l'étage du *Juniperus thurifera* (1800-3000 m) ou bien lui sont inférieures. Le Genévrier thurifère est d'ailleurs habituellement le témoin des Cédraies disparues; il peut être aussi un pionnier dans l'étage alpin, au sein des groupements à xérophytes épineux. Parmi les autres essences pouvant prendre localement une certaine importance dans le peuplement végétal du Maghreb occidental, en dehors du *Pinus halepensis*, il faut rappeler l'existence de l'*Abies Pinsapo* Boiss. ssp. *marocana* (Trab.) Emb. et Maire entre 1500 et 2000 m dans le Rif, avec çà et là, le Pin maritime, *Sorbus aria*, l'If (*Taxus baccata* L.), un Érable.

Dans le Maghreb central et oriental, où les différences altitudinales sont d'ailleurs beaucoup plus faibles (2.300 m dans les Aurès), on assiste à l'extinction progressive de la Callitriaie au profit soit de la forêt à *Pinus halepensis* Mill., soit des formations à *Olea-Pistacia-Chamaerops*. Les conditions climatiques (écrans montagneux limitant les influences maritimes) déterminent d'ailleurs souvent la répartition des grandes formations végétales, plus que l'altitude. On retrouvera cependant une organisation assez semblable à celle mentionnée pour l'Atlas occidental; par exemple, dans le massif des Babors, on pourra noter, dans les zones inférieures : forêt à *Pinus pinaster* Soland., formations caducifoliées soit à *Fraxinus*, soit à *Quercus faginea* Lam.[1], grand développement des forêts à *Quercus suber* (versant maritime), *Quercus Ilex* (versant continental), et en altitude (1700-2000 m) Cédraie à *Cedrus atlantica* et Sapinières à *Abies numidica* De Lan. L'étage des xérophytes n'a qu'une importance réduite. Sur le

1. L'espèce est prise au sens de la Flore de l'Afrique du Nord de R. Maire. Notons aussi la présence du *Quercus Afares* Pomel.

Source : MNHN, Paris

versant saharien, il y a une complète disparition des étages caducifoliés, les formations à *Juniperus phoenicea* et celles à *Pinus halepensis* étant les seules largement représentées. Le relief de hauts-plateaux du Maghreb central est déterminant pour expliquer l'extension en altitude des steppes (*Artemisia* et *Stipa*) et les groupements à *Zizyphus Lotus*.

Si l'on tente de retenir quelques caractères généraux, on peut résumer ainsi : dominance très marquée des forêts sempervirentes, avec grande importance de quelques Conifères, spécialement dans les conditions limites de l'existence des formations arborées aux confins du désert saharien (étages à Genévriers); forêt « subalpine » (montagnarde supérieure) constituée par des Cédraies, rarement par des Sapinières, avec très faibles pourcentages d'essences caducifoliées, et ceci presque exclusivement dans l'extrême nord; étages montagnard et collinéen essentiellement formés par des Chênes à feuilles persistantes; étage alpin comprenant une zone à sous-arbrisseaux épineux.

Les Laurisilves, présentes aux Canaries, sont totalement absentes du Maghreb.

B. LES CORDILLIÈRES BÉTIQUES (SIERRA NEVADA)

S'élevant assez brutalement des rives de la Méditerranée à plus de 3.400 m, la Sierra Nevada ne diffère pas fondamentalement des montagnes nord-africaines, sauf par quelques caractères négatifs, dont le non développement d'un étage du *Juniperus thurifera* et surtout l'absence totale des Cèdres. Les formations de basse altitude, jusque vers 1000-1200 m comprennent également *Pinus halepensis*, *Quercus suber*, *Quercus Ilex*, mais ici le *Quercus faginea* (*Q. lusitanica* Lam. s. l.) prend une assez grande importance de 500 à 1500 ou 1800 m. A sa limite supérieure, il peut comprendre des peuplements de *Juglans regia* L. et Châtaignier. Le *Quercus Toza* Bosc., assez localisé en Afrique du Nord, peut ici être considéré comme un élément assez significatif de la zone montagnarde supérieure, entre 1500 et 2000 m, où l'on rencontre occasionnellement, en quelques points l'*Abies Pinsapo* Boiss., ainsi que l'If (*Taxus baccata* L.), le Pin silvestre, souvent en versants nords. Les Genévriers d'altitude sont essentiellement le *J. nana* Willd, et le *J. sabina* L. qui sont les seuls nanophanérophytes atteignant 3.000 m.

La végétation alpine est également représentée par un étage à xérophytes épineux (*Erinacea*, *Vella*, *Arenaria pungens* Clem., *Astragalus nevadensis* Boiss.), et par des groupements herbacés où l'on doit noter *Saxifraga mixta*, *Gregoria*, *Gentiana alpina* Vill., un *Aconitum*, etc.

On doit signaler aussi que, parmi les caractéristiques des étages inférieurs, tant au Maghreb que dans le sud de l'Espagne, figurent les plantes des maquis et des garrigues dont l'extension est à peu près périméditerranéenne (*Cistus*, *Arbutus*, *Erica arborea* L., etc.).

Ajoutons que, dans l'est de l'Espagne, se développe un étage (montagnard inférieur = méditerranéen supérieur d'Ozenda) caractérisé par le Pin de Salzmann. (*Pinus nigra* Arn. ssp. *Salzmannii* (Dunal) Franco).

Source : MNHN, Paris

C. LES PYRÉNÉES

Ce massif de 400 km de long orienté presque est-ouest, est isolé de toute autre chaîne dans toute sa partie orientale, mais par contre ses limites sont moins précises à l'ouest où il y a une interpénétration complexe avec les chaînes cantabriques, et donc une continuité montagneuse avec les plateaux de Castille. Le système pyrénéo-cantabrique s'étend au total sur plus de 1 000 km.

L'altitude semble ici un important facteur de distribution de la végétation, spécialement dans la partie orientale où la limite de l'Olivier est voisine de 500-700 m. Au-dessous, on peut parler d'étage méditerranéen typique, avec des espèces telles que *Quercus suber*, *Quercus Ilex*, *Erica arborea* L. avec développement du maquis silicicole (*Calycotome spinosa* L., *Cistus monspeliensis* L., *Lavandula stoechas* L., etc.) ou des garrigues calcicoles à *Thymus vulgaris*, *Lavandula latifolia* (L.) Vill., *Rosmarinus officinalis* L., *Genista scorpius* DC. Les Pins sont plus ou moins dispersés dans cette région où, dans l'étage inférieur, ils ne sont pas caractéristiques. Au-dessus, il existe un étage que les auteurs s'accordent à considérer comme méditerranéen-montagnard formé par une forêt décidue où domine le Chêne pubescent (*Quercus pubescens* Willd. = *Q. lanuginosa* Lam.). Sur sol siliceux, ou sur sols calcaires plus ou moins décalcifiés, il n'est pas rare que cet étage soit mixte : Chêne pubescent et Châtaignier (*Castanea sativa* Mill.); cependant il faut bien se remémorer le fait que la spontanéité du Châtaignier est fréquemment mise en doute, et que de toutes façons l'extension actuelle de cet arbre, en peuplements mixtes ou en peuplements purs, est une conséquence indubitable de son utilisation, donc de sa protection, par l'homme depuis le IVe ou le Ve siècle avant Jésus-Christ. A la limite des Chênaies sempervirentes et de la Chênaie pubescente on trouve localement un étage formé par un Pin d'affinité plus orientale, le Pin Laricio de Salzmann (*Pinus Salzmanni* Dunal). Au-dessus, et plus particulièrement sur le versant nord de la chaîne tout au moins en ce qui concerne la partie orientale, on note le développement d'une forêt typiquement mixte, comprenant souvent en mélanges équivalents une essence sempervirente et une essence caducifoliée. Il s'agit de la Hêtraie-Sapinière (*Abieto-Fagetum* s.l.), constituée par *Fagus silvatica* L. et *Abies alba* Mill (= *A. pectinata* Lam.). On peut appliquer à cette formation l'épithète de montagnarde supérieure ou de subalpine inférieure, sa signification et sa localisation altitudinale variant assez nettement selon que l'on examine le cas du Mont Canigou ou celui des Pré-Pyrénées de l'Aude. Le Hêtre ne se trouve pas aux Pyrénées à sa limite sud qui, en réalité, est proche du parallèle de Madrid, par contre le Sapin pectiné ne transgresse pas les Cantabres orientales, ni vers le sud, ni vers l'ouest. La Hêtraie-Sapinière prospère plus particulièrement en climat froid, avec une humidité constante sous forme de brouillards. Dès que la sécheresse augmente, cette formation disparaît, qu'il s'agisse des limites inférieures ou supérieures. Dans ces dernières, le remplacement s'effectue grâce au Pin de montagne (*Pinus uncinata* Ram. = *P. montana*

Source : MNHN, Paris

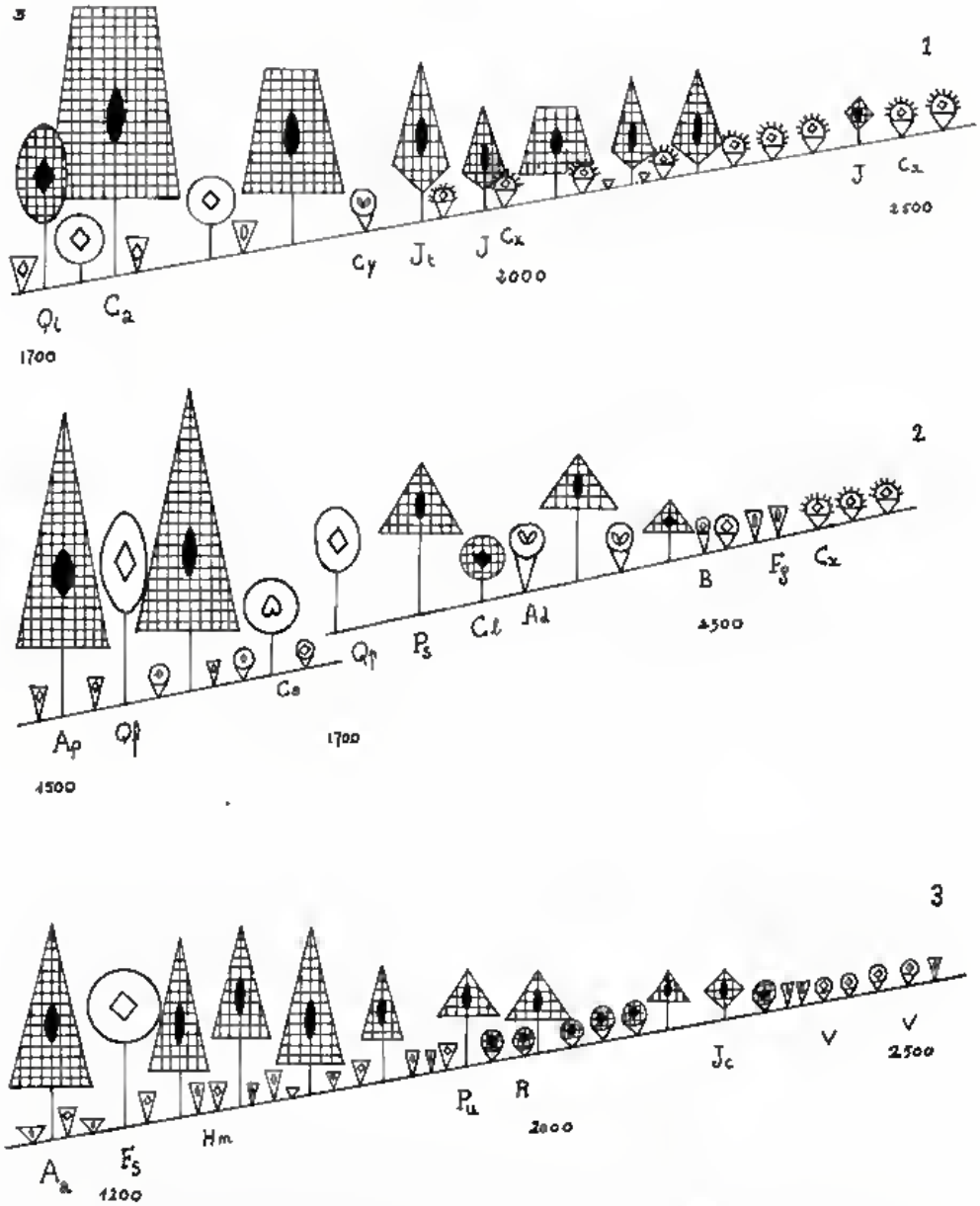


Fig. 3. — Représentation symbolique des peuplements ligneux d'altitude.

1, Atlas marocain. — Qi : *Quercus Ilex*; Ca : *Cedrus atlantica*; Cy : *Cytisus*; Jt : *Juniperus thurifera*; Cx : Chaméxérophytes épineux.

2, Chaînes bétiques (Sierra Nevada). — Ap : *Abies Pinsapo*; Qf : *Quercus faginea*; Cs : *Castanea*; Qp : *Quercus pyrenaica*; Ps : *Pinus silvestris*; Cl : *Cistus laurifolius*; Ad : *Adenocarpus*; B : *Berberis*; Fg : *Festuca granatensis*; Cx : Chaméxérophytes.

3, Pyrénées de l'Est. — Aa : *Abies alba*; Fs : *Fagus silvatica*; Hm : Herbacées des mégaphorbiales; Pu : *Pinus uncinata*; R : *Rhododendron*; Jc : *Juniperus communis*; V : *Vaccinium*.

Source : MNHN, Paris

Mill. var. *uncinata* Willk.), parfois mêlé au Bouleau. Aux limites supérieures de la végétation ligneuse nanophanérophytique, on note la formation de la lande subalpine à *Rhododendron ferrugineum* L. ou à *Genista purgans* L.

L'étage alpin proprement dit atteignant 2 800 m comprend, aux Pyrénées, un grand nombre d'endémiques locales; la partie orientale abrite de nombreux *Saxifraga* en coussinets, ainsi que le *Senecio leucophyllus*. Cet étage alpin est surtout un étage d'herbacées, les seuls xérophytes épineux atteignant les Pyrénées orientales se trouvent à des altitudes plus faibles (*Astragalus nevadensis* Boiss., *Erinacea pungens* Boiss.). On peut remarquer que la Hêtraie peut être fréquemment remplacée, à son niveau altitudinal, mais en situations sèches, par des Pineraies à *Pinus silvestris*.

Ce schéma se modifie quelque peu dans les Pyrénées centrales, les Pyrénées occidentales et surtout les Cantabres, où les groupements mixtes à Conifères et Hêtre s'effacent plus ou moins et où, l'altitude décroissant, des formations caducifoliées pluri-spécifiques vont prendre une plus large extension. Il s'agit en particulier des Chênaies, mais on note la raréfaction et la disparition du *Quercus pubescens*, une augmentation parallèle des Chênes du groupe *Quercus Robur* s.l. (soit *Q. Robur* L.s.s. = *Q. pedunculata* Ehrh., soit *Q. petraea* (Mattuschka) Liebl. = *Q. sessiliflora* Salisb.) et surtout la réapparition, en zone atlantique, du *Quercus Toza* Bosc. (= *Q. pyrenaica* DC.), qui couvre de larges surfaces dans les divers massifs de l'Espagne nord-occidentale, au contact soit de restes de la Hêtraie au nord, soit de la Chênaie à *Quercus lusitanica* Lam. (*Q. faginea* Lam. p.p.). Le Châtaignier demeure assez fréquent. Les dérivés arbustifs de ces forêts appartiennent au type « lande atlantique », avec disparition du *Genista purgans*, mais dominance des *Ulex* de la sous-sect. *Neowillkommia* (Roth.) C. Vic. (*U. europaeus* L., *U. minor* Roth.) et des *Erica*.

L'étage alpin s'efface quelque peu dans l'ouest de la Chaîne des Pyrénées; par contre, il est caractérisé dans les Pyrénées centrales par un lot d'endémiques important, spécialement dans le genre *Androsace*, avec aussi *Ramonda* et *Dioscorea*.

Les 300 km qui séparent les montagnes pyrénéo-cantabriques de la Chaîne des Alpes ont certainement moins de signification, sur le plan biogéographique, que les 300 km qui séparent la Sierra de Credos de la Sierra Nevada, tout au moins en ce qui concerne les étages de végétation.

En effet, entre Pyrénées et Alpes existent des massifs d'assez faible altitude (1 700 m) qui ont joué un rôle de relai et sans doute de refuge pour beaucoup de plantes subalpines et montagnardes.

D. LES ALPES

Le plus important des massifs montagneux européens s'étend en arc de cercle sur 900 km de long seulement, avec une amplitude latitudinale maximale de 400 km en France et env. 300 km au Tyrol. Les Alpes

Source : MNHN, Paris

sont, en tant que montagnes, au contact direct de la Méditerranée en deux régions : la Provence française, les Alpes Juliennes et le Karst en Yougoslavie. De plus, elles sont en continuité avec une étroite chaîne nord-ouest-sud-est constituée par les Apennins et les Abruzzes (2 900 m), chaîne dont les dépendances méridionales atteignent 38° N. et ne sont séparées de l'Etna que par un détroit de quelques kilomètres. Les Alpes ne sont d'autre part séparées que par des dépressions assez peu sensibles des massifs calcaires dinariques qui eux mêmes sont indistincts du Pinde, du Rhodope et des Balkans. La chaîne culmine à 4 800 m (Mont Blanc, 46° N.) mais les altitudes moyennes s'échelonnent entre 2 800 et 3 400 m, avec des cols situés presque toujours à plus de 1 600 m.

La flore arborescente des Alpes est nettement plus riche que celle des Pyrénées, si bien que les relations entre les diverses formations végétales ou les divers étages se compliquent nécessairement. De plus, on doit considérer comme fondamentale la distinction entre « Alpes externes » et « Alpes internes », ces dernières encerclant la plaine du Pô, les autres faisant face à l'ouest et au nord.

Les étages de végétation dans les Alpes demeurent peu dissemblables de ceux qui existent dans les Pyrénées, mais leur composition varie. Les étages collinéens (méditerranéens) n'occupent que les régions périphériques méridionales, avec surtout *Quercus Ilex*, *Juniperus Oxycedrus* L., et jusque vers 1 200 m, une formation assez caractéristique, la Chênaie pubescente à Buis dans laquelle le *Juniperus phoenicea* L. peut prendre une large extension. Cette Chênaie pubescente laisse place, spécialement au contact des Alpes ligures, à l'Ostryaie (*Ostrya carpinifolia* Scop.). La Chênaie pubescente garde un développement considérable tout au long des Alpes externes françaises (Préalpes), restant immédiatement inférieure à l'étage « montagnard » (étages montagnard supérieur et subalpin inférieur), lequel est classiquement occupé par la Hêtraie-Sapinière, avec toutefois une modification très importante : la transformation en Pessière, c'est-à-dire une forêt sempervirente à Epicea (*Picea excelsa* (Lam.) Lk.) qui peut devenir exclusive dans les conditions les plus froides (*Piceetum subalpinum* avec passage au *Sphagno-Piceetum* à Lycopodes).

Au-dessus de l'étage du Hêtre, on peut trouver soit le passage direct à la lande à Ericacées (*Rhododendron*, *Vaccinium*, *Loiseleuria*, pas d'*Erica*), avec des Aulnes arbustifs (*Alnus viridis* (Chaix) DC.), soit une forêt à *Pinus montana* var. *uncinata*. En versant sec, cette Hêtraie est remplacée par des Pineraies (*Pinus silvestris* L. jusque vers 2 000 m); dans les Alpes internes, l'ensemble des formations de la Hêtraie-Sapinière peut disparaître au profit du Mélezein (forêt décidue à *Larix europaea* Lam. = *L. decidua* Mill.), forêt rare ou absente dans les Alpes externes.

Vers le nord et l'est, à partir du Lac Léman, les Chênaies pubescentes s'effacent presque totalement pour laisser place aux groupements mixtes caducifoliés qui occupent l'étage inférieur (collinéen), avec *Quercus pedunculata* (= *Q. Robur* L.s.s.) et *Q. sessiliflora* (= *Q. petraea*) et enrichissement en Charme, parfois en Hêtre, en Erables, ou en Bouleau. La Hêtraie-Sapinière et les Pessières gardent un très large développement

Source : MNHN, Paris

jusqu'à l'extrémité orientale de la Chaîne (Vienne). Par contre, l'étage montagnard supérieur (étage subalpin inférieur) s'enrichit avec le grand développement des forêts à *Pinus Cembra* L. et l'apparition des autres variétés du *Pinus montana*, les *Pinus pumilio* Willk. et *P. Mughus* Willk. (= *P. mugo* Turra).

L'extrémité orientale des Alpes comporte aussi, dans les altitudes inférieures, entre 500 et 1 500 m, un étage sempervirent à *Pinus nigra* Arn. ssp. *austriaca* Host. (= *P. Laricio* Poir. var. *austriaca* Ant.), avec strates inférieures formées soit de sous-arbrisseaux épineux (*Berberis*, *Rubus*, *Crataegus*), soit de sous-arbrisseaux sclérophylles (*Erica carnea*, *Daphne cneorum*, *Polygala chamaebuxus* L.).

Les étages subalpin supérieur, alpin et nival des Alpes sont extrêmement riches, et complexes; on y constate la grande importance des prairies alpines (*Trisetum*, *Festuca*, etc.), une remarquable différenciation de nombreux genres (*Gentiana*, *Saxifraga*, *Primula*, *Thlaspi*, *Arabis*). L'étage alpin est souvent caractérisé par des endémismes spécifiques locaux très accentués (*Berardia subacaulis* L., *Daphne striata* Tratt., *Saxifraga Seguieri* Spr., *Saponaria pumila* (Saint-Lager) Janchen, *Phyteuma comosum* L., etc.).

Les étages forestiers des chaînes des Carpathes, de Transylvanie, des Alpes dinariques et des Balkans septentrionaux sont assez semblables à ceux des Grandes Alpes, malgré des modifications locales.

On doit cependant mentionner un certain nombre de faits concernant l'extrême sud-est méditerranéen de l'Europe, région qui demeure d'ailleurs moins bien connue, ceci en comparaison de l'Italie ou de l'Espagne méridionales. Tout d'abord, la Hêtraie semble passer très progressivement à une formation à *Fagus orientalis* Lipsky qui occupe une position semblable dans l'étagement de la végétation, au-dessus, altitudinalement, de divers types de Chênaies mixtes comprenant fréquemment de forts pourcentages d'espèces sempervirentes (*Q. Ilex*, *Q. macedonica* DC., *Q. petraea*, *Q. pubescens*, *Q. conferta* Kit., *Ostrya carpinifolia*). S'il arrive parfois que la formation ne soit composée que de feuillus (forêt de Polydrosos, par exemple), l'enrichissement en Conifères paraît assez général; il s'agit le plus souvent du *Pinus nigra* Arn. (sous des formes diverses, Pin Laricio de Calabre, *Pinus Pallasiana* Lamb., etc.). Au niveau de la Hêtraie, et au-dessus, le *Pinus leucodermis* Ant. (*P. Heldreichii* Christ.) paraît la seule essence de ce genre ayant une répartition assez large et occupant une position écologique comparable à celles des *P. montana* ou *P. Cembra* des régions plus occidentales; c'est le cas, typiquement, dans les massifs de l'Olympe de Thessalie, du Smolika ou du Gamila en Epire. Très localement, en Macédoine, Albanie et Bulgarie, le *Pinus Peuce* Gris. et le *Picea omorica* (Pançik) Willk. prennent place dans les groupements de l'étage montagnard (subalpin inférieur).

En Grèce, les Sapinières sont généralement plus différenciées que dans les Alpes ou les Pyrénées françaises, du fait que l'essence boréale *(Abies pectinata)* se trouve, par l'intermédiaire du massif du Pinde, au contact d'une des espèces méditerranéennes thermophiles, l'*Abies*

Source : MNHN, Paris

cephalonica Loud. Il en résulte l'existence d'un complexe, à la fois sur le plan systématique et phytogéographique, l'essence occupant le Pinde moyen (Peristeri, Tymphi, etc.), généralement connue sous le nom d'*Abies Borissii-Regis* Mattf., pouvant occuper, soit sur calcaires, soit sur roches minéralisées, des stations très ensoleillées comme des milieux fréquemment soumis aux brouillards. Quant à l'*Abies cephalonica*, il devient exclusif, sous diverses formes, dans les massifs montagneux du sud et de l'est de la Grèce, occupant très souvent des situations comparables à celles des *Abies Pinsapo* Boiss., *A. nebrodensis* Mattei ou *Abies citicica* Carr., subordonnant des groupements très différents de ceux de l'*Abieto-Fagetum* centro-européen (par ex. Sapinières à *Geranium lucidum* L.). Quelques formations arborées bien organisées atteignent 2 400 m (versant est du Gamila), formées presque exclusivement par le *Juniperus foetidissima* Willd. dont l'amplitude altitudinale peut être comparée à celle du *J. thurifera* au Maroc. Cependant le *J. drupacea* Labill. le remplace fréquemment au niveau des Chênaies ou des Hêtraies.

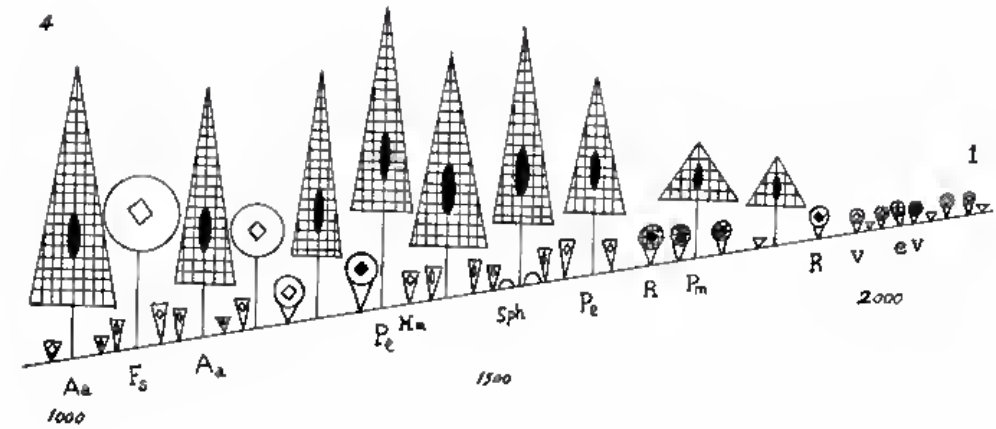
Parmi les essences dont il convient de rappeler l'existence, citons le Marronnier (*Aesculus Hippocastanum* (Tourn.) L.), espèce occupant des gorges rocailleuses ombragées, et le *Zetkova cretica* Spach espèce problématique actuellement rélictuelle (= *Z. abelica* (Lam.) Boiss.).

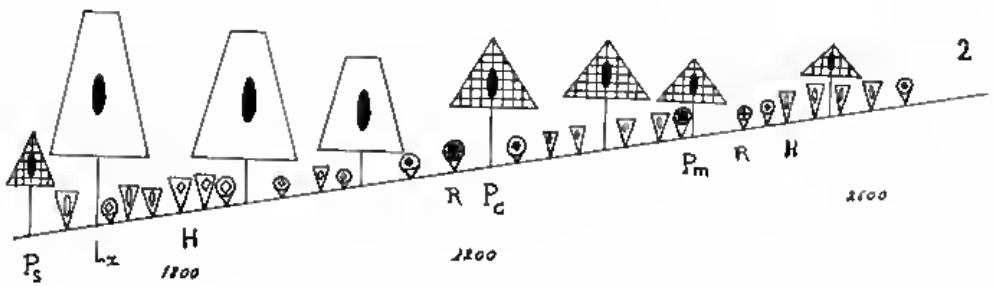
Sur un plan plus général, à propos des formations végétales montagnardes, on peut noter que les derniers vestiges de la garrigue altimontane à xérophytes épineux ne dépassent guère, en tant que formations organisées, l'Espagne centro-orientale, quelques espèces atteignant la ligne Lyon-Nice vers les Alpes. Une formation comparable, mais non homologue, comprenant des chaméphytes ligneux et un pourcentage fréquemment important d'herbacées, se développe souvent dans les montagnes périméditerranéennes nord-occidentales, les espèces spinescentes étant rares. La forêt à *Juniperus thurifera* est réduite à quelques peuplements et ne forme d'étage ni dans les Alpes ni dans les Pyrénées. La forêt de Pin Laricio atteint à l'ouest l'Espagne du nord. L'étage de l'*Ostrya* atteint à l'ouest la Corse et les Alpes maritimes, avec cependant des vestiges en Espagne du nord. Les Pessières ne dépassent pas les Grandes Alpes occidentales vers l'ouest.

Les genres les plus différenciés sont les genres *Quercus* (une dizaine d'espèces), *Pinus* (6 grandes espèces, deux relativement diversifiées), *Abies* (5 espèces).

Dans l'ensemble des territoires occidentaux du système alpin, on peut admettre que les étages de végétation homologues s'abaissent progressivement du sud vers le nord, avec seulement des accidents locaux et une certaine tendance à l'unité dans les régions les plus atlantiques, ou les plus septentrionales, ceci en raison, dans le premier cas, de l'homogénéisation des conditions climatiques, dans le deuxième cas, du rétrécissement des limites altitudinales qui permettent le maintien de groupements arborescents. A l'ensemble de ces données purement descriptives,

Source : MNHN, Paris





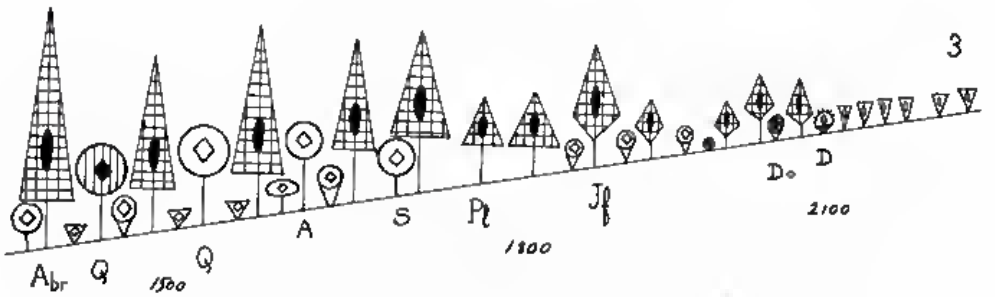


Fig. 4. — Représentation symbolique des peuplements ligneux d'altitude.

1, Alpes humides et froides. — Aa : *Abies alba*; Fs : *Fagus silvatica*; Pe : *Picea excelsa*; Hm : herbacées de mégaphorbiaies; Sph : Sphaignes; Pm : *Pinus montana*; R : *Rhododendron*; V : *Vaccinium*; e : *Empetrum*.

2, Alpes sèches. — Ps : *Pinus silvestris*; Lx : *Larix europaea*; Pc : *Pinus Cembro*; Pm : *Pinus montana*; R : *Rhododendron*; H : grandes graminées (p. ex. *Festuca spadicea*).

3, Massif du Pinde. — A br : *Abies Borisii-Regis*; Q : *Quercus* div. sp.; A : *Acer* gr. *monspessulanum*; S : *Sorbus* gr. *torminalis*; Pl : *Pinus leucodermis*; Jf : *Juniperus foetidissima*; D : *Drypis*; Do : *Daphne* gr. *oleoïdes*

Source : MNHN, Paris

il convient d'ajouter que les conséquences du phénomène géologique des glaciations furent un appauvrissement marqué de la flore, spécialement au nord du 48e parallèle, mais aussi dans toute l'Europe du sud, insulaire ou non, appauvrissement qui se fit sentir spécialement dans la flore forestière par suite de la disparition d'une « forêt européenne tertiaire » dont les seuls vestiges occidentaux sont actuellement cantonnés aux Canaries, et, sous forme de reliques, au Portugal.

En ce qui concerne les assimilations qu'il conviendrait d'effectuer, il nous semble que la Cédraie et surtout les Junipéraies à Thurifère doivent être considérées comme correspondant plutôt à un étage de type montagnard supérieur ou subalpin inférieur qu'à un étage montagnard comparable au « méditerranée-montagnard » de France. Les Cédraies et Junipéraies méditerranéennes sont des formations d'altitude dont la réalisation paraît liée, comme c'est le cas pour le Mélèzein, à l'existence d'une grande luminosité atmosphérique et d'assez longues périodes non pluvieuses.

II. LES GRANDS MASSIFS MONTAGNEUX DU MOYEN-ORIENT
(régions caucaso-pontiques et irano-tauriques).

Ces massifs complexes sont situés au centre du système alpin du Vieux monde, distants de 4 000 km de l'Atlas et de 4 000 km de l'est-Himalayen.

Ils s'étendent au total sur 2 500 km d'ouest en est (axe Taurus-Elbourz) et sur près de 3 000 km du nord-ouest au sud-est (axe Caucase-Zagros).

Ils comprennent 5 grandes chaînes, dont deux bien individualisées et nettement séparées par des zones basses, le Caucase (culminant à 5 600 m, au Mont Elbrous) et l'Elbourz (Albourz, culminant à près de 5 700 m au Demavend, mais dont les altitudes se situent généralement entre 3 500 et 4 200 m, le haut piton du Demavend étant un volcan). Les trois autres chaînes, moins élevées, s'estompent totalement à leur contact en formant un lourd massif élevé (2 000-3 000 m) constituant les « plateaux » arméno-kurdes, avec des sommets de plus de 4 000 m, et des cônes volcaniques de plus de 5 000 m (Ararats); ces chaînes sont les Alpes Pontiques, coupées de nombreuses vallées, et s'élevant progressivement d'ouest en est des altitudes 2 500 jusqu'à plus 3 800 m (Lazistan), le Taurus, bordant la Méditerranée (2 500-4 000 m), le Zagros séparant l'Iran de l'Irak (env. 3 000 m).

E. LES ALPES PONTIQUES

Le facteur le plus important qui détermine la répartition des grandes formations végétales de cette région est sans conteste la disposition des massifs par rapport aux influences climatiques de la Mer Noire, et l'étagement des principaux types caducifoliés ou sempervirents ou mixtes

Source : MNHN, Paris

est fondamentalement différent entre les versants nord maritimes et les versants sud continentaux. L'image est un peu la même qu'en ce qui concerne Alpes externes et Alpes internes si l'on suppose que — grossièrement — le Melèze est remplacé en Turquie septentrionale par le *Pinus nigra* Arn.

Il s'agit bien entendu d'une image, car la biologie du Pin noir de Turquie est plus souple et son amplitude écologique plus large que celles du Mélèze des Alpes. On peut schématiser deux types d'étagement en prenant par exemple l'Uludag (env. 2 500 m) à l'ouest et le Kaçkar Dag (plus de 3 000 m) à l'est. Au-dessus d'un étage collinéen de type méditerranéen, on observe à l'Uludag des formations de Chênaie-Charmaie (*Quercus* gr. *pubescens -Carpinus orientalis* Mill.) atteignant 1 200-1 500 m et jouxtant une Hêtraie-Sapinière (étage montagnard-supérieur/subalpin inférieur), avec *Fagus orientalis* Lipsky, *Abies Bornmulleriana* Mattf. (remplacé dans l'extrême ouest par *A. equi-trojani* Asch. et Sint.), parfois aussi *Juniperus communis*. Cette Hêtraie-Sapinière ne correspond pas à l'*Abieto-Fagetum* des Alpes car son sous-bois est assez différent; elle prend cependant son plein développement dans les conditions les plus fraîches et humides de la côte pontique, de Zonguldak aux environs de Trabzon. En situation sèche, au versant méridional de l'Uludag, la Hêtraie est remplacée par des Pineraies, soit avec *Pinus nigra*, soit aussi avec *Pinus silvestris*, le premier cédant la place au second dans l'est des Alpes pontiques, au contact des plateaux arméniens. Au Lazistan, les étages forestiers s'amincissent, mais s'enrichissent en altitude. En effet, en dehors des formations précédemment décrites, ou les remplaçant, on doit noter la Hêtraie-Sapinière, et surtout la Sapinière, à *Abies Nordmanniana* (Stev.) Spach puis la Pessière à *Picea orientalis* Carr. qui sont en continuité relative, malgré la dépression de Géorgie, avec les mêmes formations du Caucase. Les étages inférieurs de ces régions comprennent d'ailleurs une espèce laurifoliée, le *Nerium Oleander* L.

L'étage subalpin des Alpes pontiques comprend quelques Rhododendrons à grandes fleurs : *R. ponticum* L. (*R. flavum* Don). Mais il faut noter surtout qu'en versants internes, il existe d'ailleurs, supérieurement à une zone de pelouses subalpines, des groupements incluant des xérophytes épineux. L'étage alpin supérieur ne présente pas d'originalité floristique particulière au niveau générique.

F. LES CHAINES DU TAURUS ET LE KURDISTAN

La végétation de ces massifs bordant soit la Méditerranée à l'ouest, soit les déserts syriens à l'est, diffère considérablement de celle des Alpes pontiques, mais on note également une opposition marquée entre les régions occidentales et centrales et la zone orientale.

Le complexe montagneux le plus occidental, entre Izmir et Antalya, possède des formations végétales assez morcelées et très intriquées les unes par rapport aux autres, sans que l'étagement soit facilement définissable; le parallèle qui peut être fait, au moins sur le plan physionomique,

Source : MNHN, Paris

concerne les Chênaies caducifoliées et les groupements méditerranéens de faible altitude dont la correspondance avec ceux de l'Algérie du nord ou de l'Italie du sud peut être envisagée : Chênaies mixtes à *Quercus infectoria* Oliv. (voisin du *Q. lusitanica* Lam.), Pinèdes à *Pinus Brutia* Ten. (espèce très voisine de *P. halepensis*), Chênaies locales à *Quercus aegylops* L., Pineraies locales à *Pinus Pinea* L. Surtout dans les zones internes ou sèches, ces formations qui atteignent 1 500 m, sont en contact avec les forêts à *Pinus nigra*, avec parfois le Chêne pubescent. A la limite de ce que l'on peut homologuer approximativement à l'étage collinéen d'Europe occidentale et à l'étage montagnard inférieur existent, localement, des formations à *Liquidambar orientalis* Mill., seul exemple connu dans le bassin méditerranéen, vestige probable de la « forêt tertiaire ».

Les chaînes du Taurus proprement dit montrent par contre de très belles successions altitudinales, spécialement entre le Cap Anamur et Mersin, mais on note là aussi des changements importants entre les étages au versant méditerranéen et les étages au versant anatolien. Ce que l'on peut homologuer à nos étages méditerranéens (collinéen et montagnard inférieur) s'élève parfois jusqu'à 2 000 m, avec des groupements de Chênaie mixte et Pinède à *Pinus Brutia*, localement enrichis par le Chêne vert (*Quercus Ilex* L.), l'*Arbulus Unedo* L., le Pistachier ou même le *Styrax*. Au-dessus, et cela entre 1 500 et 2 500 m surtout, il semble que l'on puisse parler d'un véritable étage des Genévriers (*Juniperus excelsa* Bieb. et principalement *J. drupacea* Labill.) formé de forêts atteignant 15-20 m de hauteur, prospérant particulièrement en versants secs, avec de très amples peuplements aux confins même des déserts volcaniques du sud-est de Konya. C'est souvent dans ces limites et jusqu'à 2 700-3 000 m que se développent les grandes Cédraies à *Cedrus Libani* Barr. Le Pin noir est encore çà et là abondant, surtout entre 1 000 et 2 000 m, et l'*Abies cilicica* Carr. trouve, généralement dans les gorges ou les montagnes escarpées, des conditions favorables à son installation sous forme de belles forêts.

On ne peut naturellement s'empêcher de comparer le Taurus et le Grand Atlas marocain, avec ces curieux schémas relatifs aux Cédraies et aux Junipéraies par rapport aux influences maritimes et désertiques.

Il est probable que l'on doive considérer l'Euphrate comme une limite biogéographique assez importante en ce qui concerne les formations végétales, et spécialement les formations à Conifères; il semble en effet qu'à l'est du fleuve, les seules formations qui existent soient des Chênaies, d'ailleurs assez complexes, d'où sont exclus presque tous les Gymnospermes (sauf les Genévriers); cette constatation tendrait à rapprocher davantage, sur le plan des formations et des étages de végétation, le Kurdistan méridional des monts du Zagros que de l'Anatolie montagnarde. Cependant, l'étage alpin qui au Taurus comprend un grand pourcentage de xérophytes épineux (*Acantholimum*, etc.) s'estompe quelque peu en Arménie pour laisser place à un « étage subalpin supérieur » caractérisé par l'existence de « pelouses » assez vastes, avec çà et là des îlots boisés.

Source : MNHN, Paris

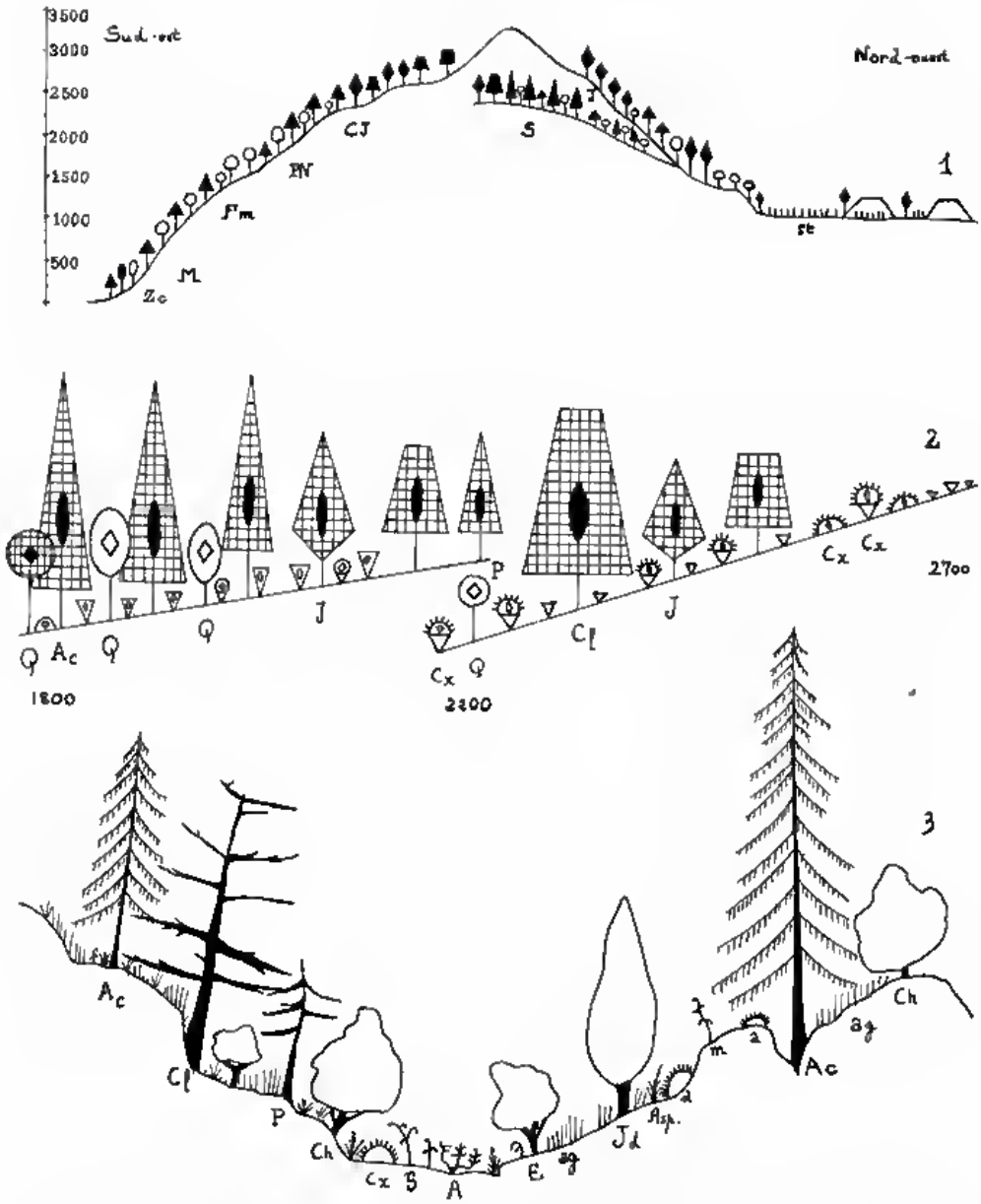


Fig. 5. — **1,** Coupe sud-est /nord-ouest du Taurus à l'ouest d'Adana. — Zc : zone de plaine (Agrumes, Coton); M : Maquis méditerranéen sempervirent; Fm : forêt méditerranéenne à *Pinus Brutia, Quercus* div. sp.; PN : forêt montagnarde à *Pinus nigra, Quercus infectoria;* CJ : Cédraie-Juniperaie; S : forêt mixte à *Abies cilicica;* st : steppes d'Anatolie.; Juniperaies de zones sèches.

2, Représentation symbolique d'une forêt d'altitude. — Q : *Quercus* div. sp.; Ac : *Abies cilicica;* J : *Juniperus drupacea;* P : *Pinus nigra;* Cl : *Cedrus libani;* Cx : Chaméphytes épineux en coussinets.

3, Transect réel dans un ravin de vallée ouverte au nord, près Buruçek, alt. 1800. — E : *Acer;* Asph. : *Asphodelus;* Ag : *Agropyrum;* A : *Astragalus;* S : *Salvia;* m : *Michauxia.* Autres : id. 2.

Source : MNHN, Paris

G. LE ZAGROS

Cette chaîne qui, du golfe Persique s'étend jusqu'à l'Ararat au nord, est quasiment désertique aujourd'hui. Aussi est-il pratiquement impossible d'y discerner quelles formations végétales pourraient avoir valeur d'étages de végétation, ceci malgré des dénivellations importantes puisque les cotes s'échelonnent entre 0 et 4 000 m. Cependant, si l'on en juge d'après les quelques indications historiques que l'on possède et aussi par les rares documents palynologiques, il semble que des groupements forestiers relativement étendus aient existé jusqu'à une époque récente. Ils sont de toutes manières aujourd'hui relictuels. Ce que l'on peut dire, dans l'état actuel des prospections, n'a peut-être pas une valeur absolument générale pour un massif de plus de 1 000 km de long dont le sud se trouve en région subtropicale. Les formations des pentes inférieures (jusqu'à 1 200-1 700 m) appartiennent aux steppes semi-désertiques (*Ephemera semi-shrub*), avec peuplements arborescents localisés dans les lits des fleuves (*Populus*, *Salix*). Les vestiges de la « forêt » sèche méditerranéenne (étage montagnard inférieur) semblent représentés par quelques chênaies : *Quercus infectoria* Oliv., (plante du groupe *Q. faginea* Lam.), atteignant 3 000 m, *Quercus Libani* Oliv., *Q. persica* Jaub. et Sp. (taxon du groupe *Q. Baloot* Griff.). Les formations subalpines sont essentiellement des « prairie-substeppiques », mal définies, mais d'une très grande richesse floristique en général, avec pourcentages non négligeables de xérophytes épineux et de géophytes appartenant soit aux flores semi-désertiques, soit aux flores altimontanes. Des îlots relictuels d'une forêt sempervirente xérophile d'altitude existent aussi en quelques points, avec jusqu'à près de 3 500 m le *Juniperus excelsa* Bieb.; cette essence peut servir à déterminer un étage homologue du subalpin inférieur (montagnard supérieur d'Europe occidentale), surtout si l'on considère que ses limites altitudinales varient du nord vers le sud entre 1 000-2 000 m environ et 2 500-3 500 m. En ce qui concerne les Pins, ils sont rares (*P. halepensis* s.l., probablement *P. Brutia*).

H. LE CAUCASE

Cette chaîne de près de 1 200 kilomètres de long, orientée NE-SW, et doublée au sud du « Malyy Kavkaz » séparé de l'axe principal par une dépression profonde largement ouverte au sud-est, est sans doute, sur le plan phytogéographique, l'une des plus originales de l'Europe[1]. Cependant, les formations végétales, par leurs physionomies, sinon par leurs compositions, demeurent, au moins quand il s'agit des peuplements arborescents, plus comparables aux Alpes qu'au Taurus ou à l'Atlas.

Quatre types d'influences concourent à diversifier à l'extrême la répartition des principales zones de végétation : influences méditerranéennes au sud et à l'ouest, influences boréales et steppiques au nord et à l'est,

1. Le Caucase est cependant exclu du territoire étudié dans « Flora Europaea », 1964.

Source : MNHN, Paris

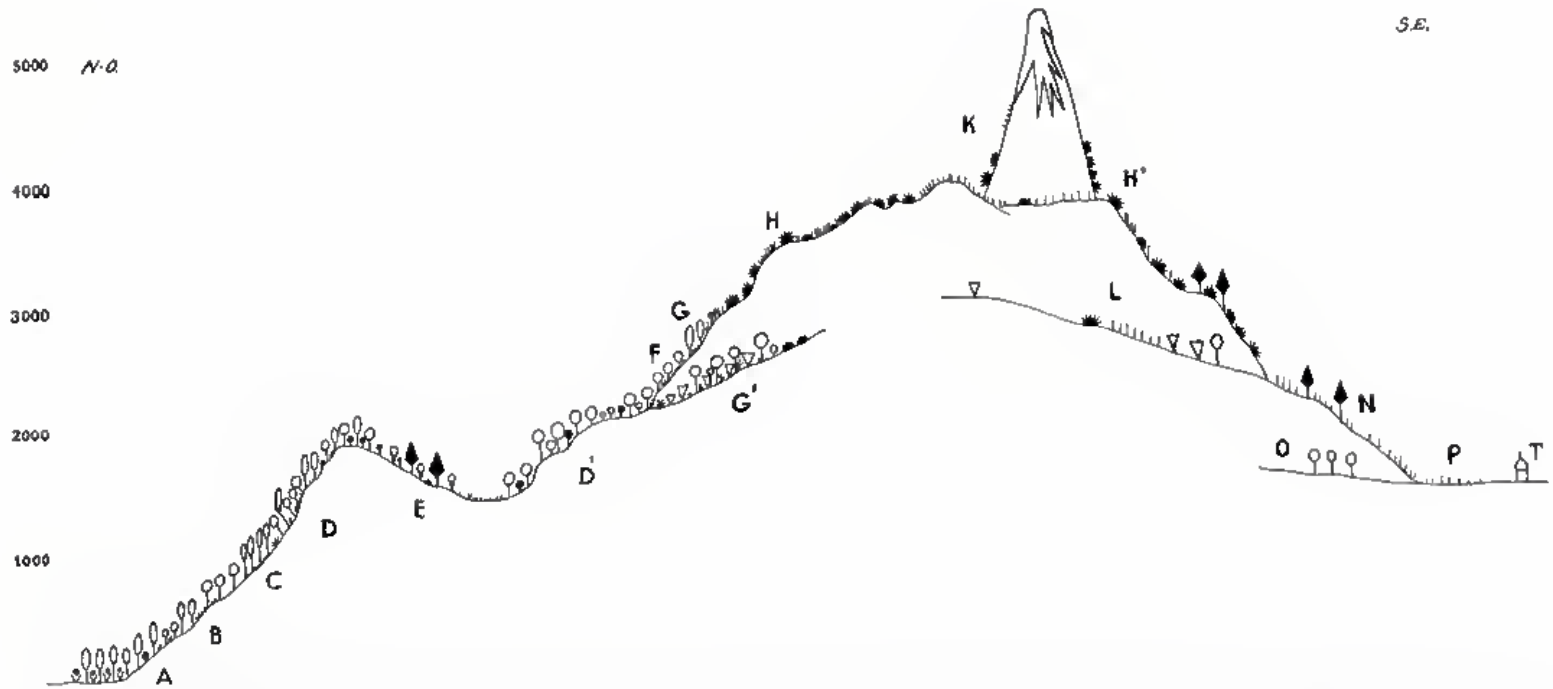


Fig. 6. — Coupe Nord-ouest /sud-est du massif de l'Elbourz approximativement entre Tchalous et Seman. A : zone à *Quercus castanaefolia* dominant, avec sous-bois à *Buxus sempervirens*. — B : forêt mixte à *Quercus* et *Pterocarya*. — C : forêt caducifollée à Charme, *Parrotia*, *Zelkova* et *Albizzia*. — D : Hêtraie — Aceraie à *Alnus subcordata*, *Ulmus montana*, sous-bois riche en Filicinées et Herbacées div. — E : forêt sempervirente de pentes sèches à *Cupressus*, avec îlots de xérophytes et d'arbustes sclérophylles. — D : Hêtraie à *Acer insigne*, avec *Pterocarya* et *Albizzia*, avec petits arbres sclérophylles en sous-bois. — F : forêt d'Erables et de Rosacées. — G : îlots forestiers restreints à *Quercus macranthera* (limites supérieures des nébulosités estivales). — G' : ravins forestés, à grandes herbacées. — H : groupements subalpins à graminées et xérophytes. — K : groupements alpins avec disparition progressive des chaméphytes épineux. — H' : groupements subalpins à dominance de xérophytes épineux. — L : groupements altimontains à xérophytes, avec pelouses d'*Agropyrum*, *Papaver*, etc. ; groupements de vallées à *Salix* et grandes herbacées. — N : îlots restreints de *Cupressus* et de *Juniperus*. — O : vallées à *Olea*, *Diospyros* *Fraxinus*, *Populus*., etc. — P : steppes désertiques du plateau iranien (1958).

Source : MNHN, Paris

influence caspienne au sud-est et influences sub-désertiques au sud-sud ouest. Toutes s'ajoutent à l'altitude qui, au Caucase, est déterminante.

Il est bien évident que dans de telles conditions, il devient néanmoins de plus en plus difficile d'appliquer, sans la discuter, une terminologie équivalente à celle utilisable pour les Alpes ou les Pyrénées; il est naturellement possible de parler d'étage méditerranéen, au-dessus duquel on peut distinguer un étage montagnard, un étage montagnard supérieur *(montane* et *high montane stages, temperate warm* et *temperate cold stages*, respectivement*)* auxquels succède l'horizon alpin. Ces distinctions pourront cependant paraître insuffisantes, spécialement lorsqu'il s'agit de comparer les étages à essences caducifoliées entre Ciscaucasie et Transcaucasie.

Même si l'on peut admettre son existence, l'étage méditerranéen (collinéen) n'est pas très caractérisé au Caucase, où les éléments du maquis sclérophylle paraissent assez dispersés *(Juniperus oxycedrus, Erica arborea, Cistus salviifolius)*. La plupart du temps, dans la partie nord occidentale et versant maritime (Mer Noire), il débute par une forêt mixte de feuillus à *Fagus orientalis, Castanea sativa, Carpinus orientalis* Mill., *Quercus Hartwissiana* Stev.; par le mélange du Hêtre et du Chêne probablement vicariant d'une espèce plus occidentale, une telle formation n'est pas sans rappeler la Chênaie pubescente à Hêtre et Buis des moyennes montagnes périméditerranéennes occidentales, où l'on caractérise un étage méditerranéo-montagnard. A partir de 700-800 m (parfois beaucoup plus bas) et jusque vers 1 500 mètres, se développe la Hêtraie, plus ou moins contiguë à une formation qui est en continuité avec celles des Alpes pontiques orientales, la forêt sempervirente, souvent dense, à *Abies Nordmanniana* et *Picea orientalis* Carr. A partir de 1 800-1 900 mètres, le sol est généralement occupé par les pelouses altimontanes ou alpines d'une très grande richesse, de même que les groupements de chasmophytes (très nombreux endémiques : *Draba, Campanula, Gentiana*, etc.). Les groupements à xérophytes peuvent s'installer en stations sèches de moyenne montagne. En versant nord, l'étage du Hêtre laisse place en basse altitude à la Chênaie-Charmaie *(Quercus Robur, Q. petraea, Carpinus Betulus)* ou même à des forêts ouvertes où voisinent des peuplements de Chêne pédonculé et des pelouses mésophiles ou xérophiles dès que les influences steppiques se font sentir. Dans les hautes vallées à climat relativement sec s'installe une forêt de conifères à dominance de Pins d'espèces diverses, forêt que l'on peut considérer comme homologue des Pineraies à Pin noir d'Europe centrale et méridionale.

Ces structures relativement simples dans la succession des étages de végétation se compliquent singulièrement au versant méridional dès que l'on franchit vers l'est le seuil de Surami-Kareli, qui marque la limite orientale des forêts à *Abies-Picea*, mais non celle de la Hêtraie. Cette Hêtraie se prolonge presque jusqu'à Bakou sous forme d'une faible bande, comprise entre des Chênaies à *Quercus iberica* Stev. et les pelouses subalpines et alpines. Mais, sur les basses montagnes annexes de la chaîne axiale, en Arménie et au Daghestan, apparaissent de nouveau des groupements thermo-xérophiles à Genévriers arborescents (probablement affines les uns

Source : MNHN, Paris

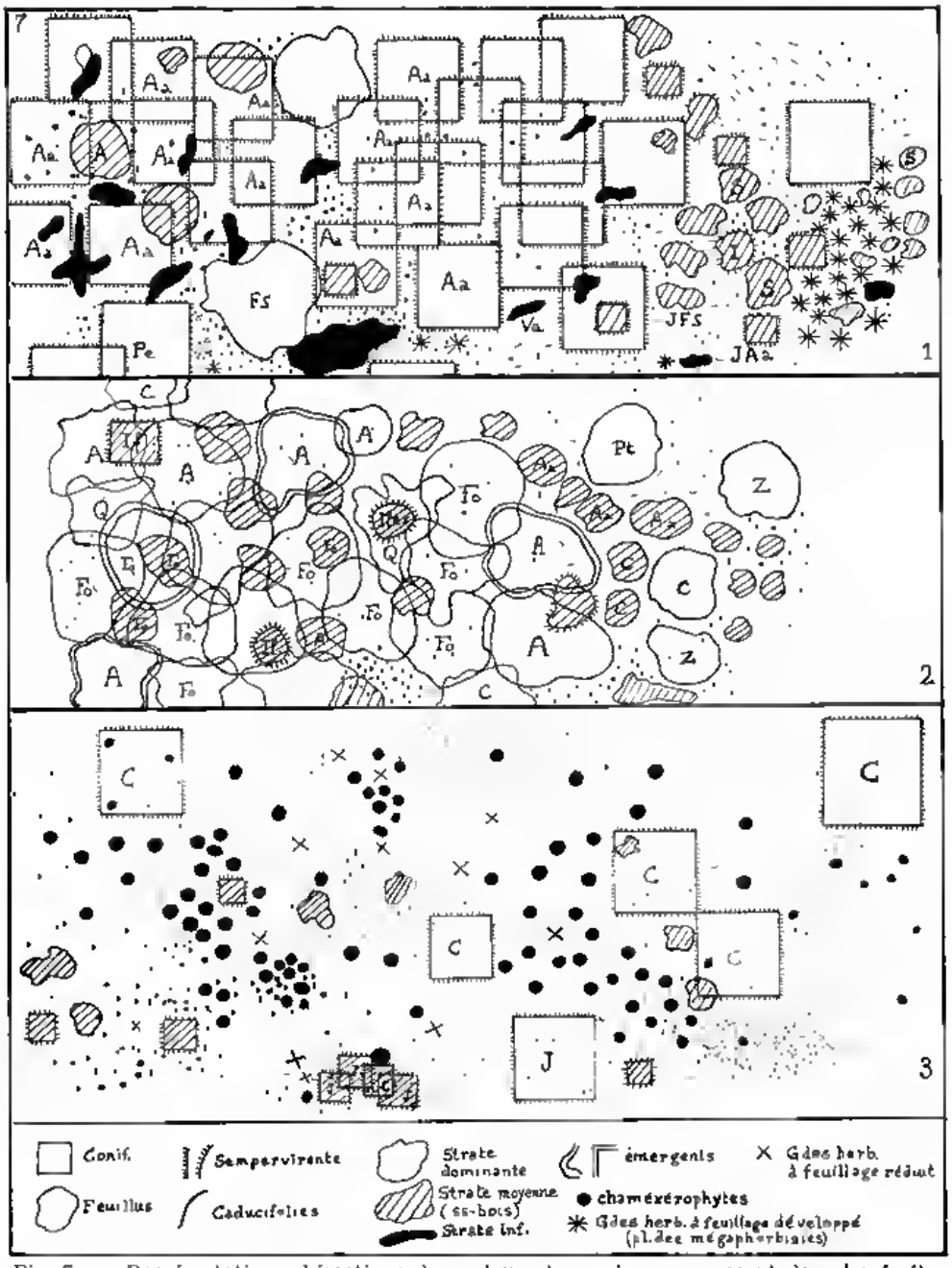


Fig. 7. — Représentation schématique de quelques types de recouvrement dans les forêts montagnardes.

1, Hêtraie-Sapinière froide à *Epicea* (Vosges, Exc. Museum, 1963). — Pe : *Picea excelsa;* Aa : *Abies alba;* JAa : jeunes; Fs : *Fagus silvatica;* J Fs : jeunes; A : *Acer;* Va : *Vaccinium;* I : *Ilex;* S : *Salix.* — La strate inférieure ne peut être considérée comme un tapis herbacé, les Sphaignes ou les Lycopodes pouvant se trouver mêlés de sous-arbrisseaux ligneux, parfois sempervirents.

2, Forêt caducifoliée mixte de brouillards (versant nord de l'Elbourz, 900 m; 1958). — A : *Acer insigne;* Fo : *Fagus orientalis;* H : *Taxus baccata;* Pt : *Pterocarya;* Z : *Zelkova;* C : *Carpinus;* Az : *Albizzia;* Q : *Quercus.*

3, Forêt sempervirente ouverte (Bulgar Dagh, Taurus 2200 m, 1958). — C : *Cedrus Libani;* J : *Juniperus drupacea.* — Grandes herbacées : *Michauxia, Salvia, Astragalus.* Chaméxérophytes : *Astragalus, Acantholimum.*

Source : MNHN, Paris

du *J. communis*, par ex. le *J. oblongua* M. Bieb., mais surtout affines du *J. excelsa* Bieb. — celui-ci n'existant que dans une partie de la Crimée, — les autres des *J. foetidissima* Willd. et *J. polycarpos* C. Koch = *J. macropoda* Boiss.). Les Genévriers semblent donc présents de façon assez typique dans deux étages du Caucase : l'étage subalpin supérieur avec les *Juniperus depressa* Stev., *J. sibirica* Burgsd., *J. sabina* L., et les étages montagnards semi-désertiques. Ces derniers sont d'ailleurs, comme en Anatolie méridionale, en contact avec des steppes subdésertiques (Armoises, *Agropyrum*), avec des pelouses thermo-xérophiles dites « *semi-savannas* » à *Andropogon Ischaemum* L., et quelquefois avec un équivalent tempéré des fourrés à épineux (formation à *Paliurus*, *Crataegus*, *Berberis*, *Punica*, que l'on ne rencontre d'ailleurs pas qu'en U.R.S.S. méridionale, mais aussi ça et là dans le sud de l'Europe en stations écologiquement très sèches.) Il est intéressant aussi de noter que des lambeaux de Chênaie sessiliflore et de Chênaie pubescente constituent, dans la partie Caspienne du Caucase du Daghestan, des formations d'altitudes moyennes, qui s'intercalent plus ou moins dans une steppe montagnarde à *Festuca* et *Stipa* ; il s'agit vraisemblablement ici encore d'un homologue de l'étage montagnard — méditerranéen des Causses ou du Verdon en France.

On pourra s'avérer surpris de n'avoir pas vu encore citées certaines des essences qui font la célébrité du Caucase ; celles-ci ne forment pas un pourcentage suffisant dans la végétation proprement caucasienne pour qu'on puisse leur attribuer une signification sur le plan des étages de végétation. Ces espèces, telles *Pterocarya fraxinifolia* Lam. (= *P. caucasica* C. A. Mey.), *Parrotia persica* C. A. Mey., par exemple, n'acquièrent véritablement d'ampleur dans les peuplements végétaux que sur le versant caspien (soviétique) du Kuhhaye-Tavalesh ou massif du Talysch, sorte d'éperon isolé au NE de l'extrémité occidentale de l'Elbourz, et qui n'atteint pas 2 500 mètres.

I. — L'ELBOURZ (OU ALBORZ).

Beaucoup plus petite que toutes les autres chaînes montagneuses de l'Asie occidentale, la barrière élevée qui se dresse au sud de la Caspienne ne mesure sur sa ligne de crête très arquée que 750 kilomètres environ et ne dépasse pas 200 kilomètres dans la plus grande largeur du croissant.

Il existe une dissymétrie marquée entre le versant nord (caspien) et le versant sud, ce dernier se terminant en plateau désertique à une altitude moyenne de 1 200-1 500 m. alors que le dénivelé est de 5 600 mètres environ du sommet du Demavend à Amol, sur une distance de 60 kilomètres. Mais l'Elbourz doit surtout à l'extraordinaire contraste climatique de ses versants son originalité exceptionnelle dans le vieux monde tempéré ; des phénomènes relativement semblables paraissent se retrouver ailleurs dans le monde, d'une façon peut-être moins accentuée en raison de l'orientation « verticale » des montagnes (Amérique pacifique, Australie). Des études récentes (62, 20) ont montré combien était important ce facteur climatique : on peut ajouter que le rapport Pluviosité estivale,

Source : MNHN, Paris

moyenne des Températures maxima d'été passe de 6 à 8 au versant caspien aux environs de 1 à Téhéran. Cependant, en ce qui concerne les étages de végétation, deux autres caractères doivent être notés, toujours à propos de la période estivale; tout d'abord, les vents désertiques soufflant du plateau iranien paraissent agir à la manière du foehn, franchissant aisément les crêtes moyennes aux alentours de 3 500-3 700 mètres et s'engouffrant fréquemment aussi dans les vallées; ensuite, et ceci est important, la « mer de nuages » dont la limite supérieure coïncide avec celle d'action des vents du sud, se tient surtout entre 800 et 1 700 mètres, avec une amplitude jusqu'aux environs de 2 000 mètres. Cette zone de brouillards en altitude non seulement tamise la lumière qui parvient sur les pentes inférieures, mais se condense la nuit, surtout dans les régions supérieures où la température est froide (6° C à 2 600 mètres, fin juillet 1958). La limite supérieure de la « mer de nuages » paraît correspondre à peu près à la limite supérieure des forêts ou des prairies subalpines.

Une coupe nord-sud, par exemple à la verticale de Téhéran ou à celle de Babol, permet de suivre approximativement l'étagement suivant :

Forêts décidues planitiaires, d'un type comparable à celles du Caucase méridional, mais d'une plus grande richesse floristique; *Quercus castanaefolia* C. A. Mey. et *Alnus subcordata* C. A. Mey. paraissant remplacer, au Manzandéran, les *Q. longipes* Stev. et *Alnus barbata* Mey. du Caucase. A ces essences s'ajoutent (selon les stations), *Acer insigne* Boiss. et Bhuse, des Saules, un Peuplier, mais surtout *Pterocarya fraxinifolia* Lam. et *Parrotia persica* C. A. Mey. Ce qui est surtout remarquable, plusieurs auteurs le soulignèrent (62, 20), c'est que la Chênaie à *Q. castanaefolia*, qui se cantonne entre 0 et 400-500 mètres, sauf à l'ouest où elle paraît plus étendue en altitude, comprend un sous-bois arbustif dense formé par le *Buxus sempervirens* L., avec Charme, Frêne et Orme; de nombreux arbustes et des lianes y prennent place. Le fait assez curieux relatif à la dégradation de la Chênaie planitiaire est que le remplacement après défriche se fasse par des espèces spinescentes (*Punica*, *Paliurus*, etc.) sauf dans les zones humides ou en altitude, où les Albizzias (*Albizzia julibrissin* Duraz.) et souvent aussi *Gleditsia caspica* Desf., deviennent envahissants. Ce que l'on peut appeler la « forêt dense tempérée » se manifeste jusque vers 1 200 mètres d'altitude avec des compositions floristiques très variables selon les localités : *Quercus castanaefolia*, *Fagus orientalis*, *Zelkova crenata* Spach, *Alnus subcordata*, *Acer* div. sp., *Parrotia*, *Juglans regia* L., *Tilia* div. sp., *Pterocarya*, le Houx, de nombreuses Rosacées dont certaines caractérisent les peuplements en altitude, entre 1 500 et 2 000 mètres (*Malus*, *Sorbus*, *Crataegus*). A sa limite supérieure, et ceci est aussi une exception, la forêt est une Chênaie assez xérophile (*Quercus macranthera* Fish. et Mey.) à laquelle succèdent directement les formations subalpines ou alpines (pelouses sèches à *Agropyrum*, *Papaver*, garrigue à xérophytes épineux, *Onobrychis*, *Acantholimum*, *Astragalus*, etc.). Seuls les pierriers, les bases des névés ou des glaciers abritent une flore d'affinité « alpienne », avec d'ailleurs des endémismes au niveau sous-générique (*Dionysia*, par ex.).

Source : MNHN, Paris

8	" Acantholimonetalia" " Ermacetalia" Garrigue altimontane		(Rhodorale) lande montagnarde
	Elbourz	Sierra Nevada	Pyrénées
1	30	20	30
2	30	30	30
3	8	10	30
4	5	2	30

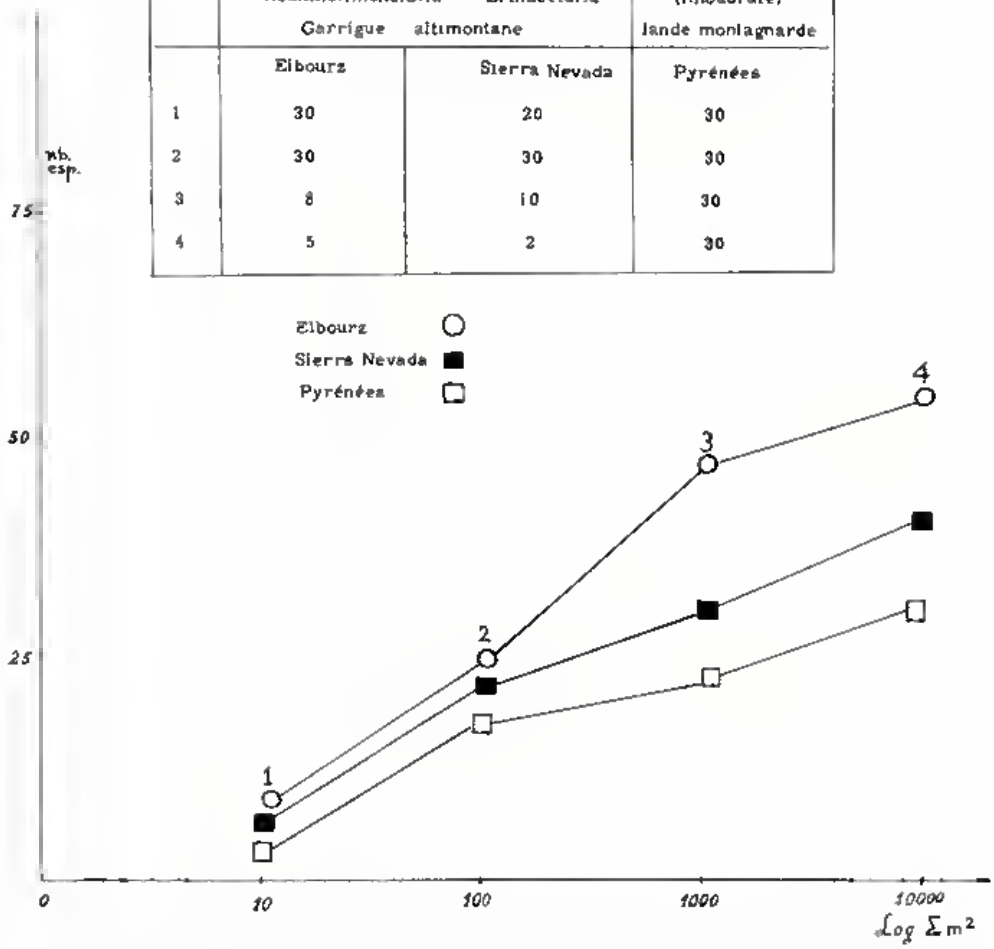


Fig. — 8. — Représentation très simplifiée, comparée pour trois massifs, de la richesse floristique de groupements altitudinaux à Chaméphytes ou Nanophanérophytes. Dans le carton, indication pour chaque localité du nombre de relevés à partir desquels fut construit le graphique. On notera que cette comparaison est faite à l'échelle de la formation et non des phytocénoses inférieures. En conséquence, en ce qui concerne les relevés n° 4 des Pyrénées, la moyenne a été calculée à partir du nombre d'espèces ayant figuré dans au moins 15 relevés. A titre d'information, le maximum d'espèces qu'il nous ait été donné d'observer dans un relevé de 100 × 100 m, au sein de Rhodoraies, dans les Pyrénées, fut de 130 (Rhodoraies sur éboulis mixtes), le minimum 7 (Rhodoraies sur roches siliceuses dallées).

Source : MNHN, Paris

Par l'absence des genres *Abies*, *Picea* et *Pinus*, la végétation de l'Elbourz diffère de celle de tous les autres massifs occidentaux. Cela ne signifie pas qu'il y ait absence totale des Conifères; outre des Ifs *(Taxus)*, il existe en effet, en stations sèches au versant nord, et en stations relictuelles vers 2 000-3 000 mètres au versant sud, des peuplements soit de Cyprès (*Cupressus sempervirens* L.) soit de Genévriers (*Juniperus* cf. *macropoda*). La présence de forêts de feuillus avec en sous-bois des éléments sclérophylles (Houx, Buis, *Prunus Laurocerasus*) avec tapis herbacé riche en Fougères et enchevêtré, n'est pas sans rappeler les Chênaies ou les Chênaies-Hêtraies du domaine atlantique européen (Buis, *Prunus lusitanica*). Enfin, la proximité relative de formations à *Juglans* et de bois de Rosacées et d'Erables évoque déjà la végétation du Tienshan occidental.

Nous avons déjà signalé la valeur de limite dans la succession des étages de végétation qu'il convenait d'attribuer à l'Euphrate, aux confins de la Turquie et de la Syrie. Il faut la rappeler ici, en notant que grossièrement la Hêtraie à *Fagus orientalis* et les flores caucaso-iraniennes montagnardes y trouvent leur frontière méridionale-occidentale alors que les Cédraies à *Cedrus Libani* y trouvent leur frontière nord-orientale.

L'extension altitudinale des groupements d'où sont exclus les éléments phanérophytiques est considérable à l'est de l'Euphrate et jusqu'à l'Elbourz si l'on songe que par exemple à l'Ararat l'extinction des peuplements arborescents se fait à 2 500 mètres environ alors que les neiges ne commencent que vers 4 500 mètres. On doit souligner que les influences humaines (la transhumance) ne sont peut-être pas étrangères à cet état de fait.

III. LE BLOC HIMALAYEN ET SES DÉPENDANCES

L'énorme montagne qui, du Baluchistan à l'Assam, dresse sur plus de 3 500 kilomètres ses crêtes et ses cols à des altitudes de plus de 3 000 mètres, plonge à ses deux extrémités dans les zones subtropicales, et demeure jointive aux plateaux élevés de l'Asie centrale dans toute sa partie moyenne.

Il n'existe pas de coupures topographiques marquantes, mais il est néanmoins utile d'introduire quelques divisions de façon à simplifier les comparaisons.

J. L'AFGHANISTAN

Les montagnes qui occupent presque entièrement ce pays sont des dépendances de l'Hindoukouch au nord (env. 5 000 m d'alt.). La plus grande partie du territoire est désertique, soit en raison de l'aridité du climat, soit consécutivement aux déprédations humaines. Dans les zones périphériques aux systèmes orogénisés, les formations arborées sont extrêmement rares, et la végétation a été définie comme de « type subtropical »

Source : MNHN, Paris

entre 400 et 1 200 mètres (45); *Artemisia maritima* L. est l'une des caractéristiques sur les pentes montagneuses. Les auteurs ont distingué, entre 1 200- et 2 400 mètres une « zone tempérée chaude » *(warm temperate = montane type)* puis, entre 2 400 et 3 600 mètres une « zone tempérée froide » *(cold temperate = high montane type)*. La présence de petits arbustes souvent en couronne hémisphérique (*Pistacia vera* L.) paraît bien définir cette zone, tandis que des groupements à Férules (*Ferula* div. sp.) s'installent en zone tempérée froide. On a décrit aussi des « prairies » montagnardes à *Perovskia atriplicifolia* Benth., *Nepeta juncea* Benth. *Salvia bucharica* Popov., *Poterium*, etc.

Les auteurs ont d'ailleurs assimilé aussi aux formations subtropicales la steppe discontinue à *Peganum* et *Diarthron*, réservant l'appellation de zone tempérée chaude aux aires couvertes par les *Aegylops*, *Cousinia*, *Eremurus*, *Convolvulus*.

Des types de végétation assez différents occupent les montagnes de l'extrême nord-est de l'Afghanistan, dans le Nuristan. La « zone subtropicale » (*sub-montane*, 800-1 000 m) comporte des formations à arbrisseaux nains, tels *Dodonaea viscosa* Jacq., *Daphne mucronata* Royle, *Nerium indicum*, *Cannabis sativa*, etc., avec toujours *Artemisia maritima* sur les versants. La « zone » montagnarde » (1000-2 000 m) inclut une formation sclérophylle comprenant *Quercus Baloot* (vicariant physionomique de *Q. Ilex*), avec *Olea cuspidata* Wall., *Pistacia kinjuk* Stoks., *Zizyphus Jujuba* Lam., *Ficus palmata* Forsk., *Punica granatum* L. Aux altitudes plus élevées, 2 000-3 000 mètres, les premiers éléments proprement himalayens apparaissent : *Cedrus Deodara* Loud., *Rosa Webbiana* Wall., *Acer pubescens* Franch., avec *Spiraea* gr. *tomentosa* L., *Jasminum revolutum* Sims., *Juglans regia* L. La forêt mixte à Conifères et feuillus prend une place prépondérante, avec des variations; ainsi, il existe une « *Cedar-Pine forest* » à *Cedrus Deodara* et *Pinus Wallichiana* Jack., puis à *Pinus Smithiana*. Vers 2 000 mètres, le Cèdre laisse place au *Pinus Gerardiana* Wall. ex Lamb. avec *Juglans regia* et *Sorbus lanata* Schau. La limite des arbres paraît se situer entre 2 700 et 3 300 mètres, avec comme derniers phanérophytes en altitude : *Pinus Gerardiana* et *Betula Jacquemontiana* Spach.

L'étage alpin ne débute qu'au dessus de 3 000 mètres par des formations buissonnantes basses à Genévriers *(Juniperus communis* var. *saxatilis)*, *Lonicera Semenovii* Regel, *Prunus Jacquemontii* Hook. f., avec quelques bouquets de *Salix*. Il est assez curieux de constater que, alors qu'on rencontre en zone tempérée froide des groupements à *Thymus* gr. *serpyllum*, d'autres à *Morina persica* L., d'autres à *Spiraea*, on note, en haut de l'étage alpin, des formations à *Ephedra major* Host. var. *procera* (*E.* gr. *nebrodensis* Tin.). Les « garrigues » altimontanes à xérophytes épineux se développent autour de 3 000 mètres, avec des Astragales, *Eremostachys*, des *Ferula*, *Rheum thibeticum* Maxim. Le dernier élément ligneux semble être *Juniperus seravschanica* Kom. Un riche étage alpin supérieur comporte de nombreuses espèces des genres *Potentilla*, *Primula*, *Ranunculus*, *Anaphalis*, etc.

Source : MNHN, Paris

K. L'ASIE CENTRALE

Dans ces régions, on peut considérer la forêt comme limitée aux crêtes montagneuses, si bien que son aire est faible, mais par contre sa richesse floristique est très grande. Une forêt décidue à Peupliers, Frênes, *Acer Semenovii* Regel, *Malus Sieversii* Roem., existe au-dessous de la forêt sempervirente à *Picea Schrenkiana* Fish. et Mey. et *Abies Semenovii* Fedtsch., ceci dans le Tienshan septentrional et central, respectivement entre 1 000 et 1 500 mètres et entre 1 500 et 2 800 mètres. Ces zones ne paraissent pas former d'étages continus. Dans le Tienshan occidental, et aux limites du Pamir-Altaï, il semble que, entre 1 500 et 3 000 mètres, la forêt de Pins et de Sapins soit remplacée par une riche formation à Genévriers arborescents (plusieurs espèces endémiques), tandis qu'entre 2 000 et 1 000 mètres se développe une forêt décidue à *Juglans* et Rosacées *(Malus, Prunus, Exochorda)* comprenant beaucoup d'essences à fruits charnus plus ou moins volumineux, ou encore une forêt décidue de type Erablière, avec *Acer turkestanicum* Pax, *A. Regelii* Pax, *A. pubescens*, *Fraxinus raibocarpa* Regel. Les bases des montagnes (600-1 500 m), spécialement au Kopet-Dag, sont occupées par les formations à *Pistacia vera*, avec *Diospyros*, *Punica*, etc.

A propos de l'Asie centrale, il faut aussi signaler que les contacts du Nuristan avec l'Himalaya occidental se font par l'intermédiaire d'un massif dont les altitudes sont comprises entre 3 500 et 6 500 mètres, le Pamir. Il semble qu'aux formations à Rosacées *(Crataegus, Exochorda, Rosa, Malus)*, derniers groupements arborés, succèdent divers types de pelouses et de steppes, avec steppes xérophiles à Armoises, prés à herbacées épineuses *(Cousinia)*, déserts altimontains à Composées et Chénopodiacées, groupements à xérophytes spinescents en coussinets *(Acantholimum, Oxytropis, « high mountain polster vegetation »)*. Le versant oriental, thibétain, comporte des steppes à buissons nains (*Stipa* dominants), quelques hautes vallées du versant sud-occidental abritent les « semi-savanes », groupements considérés comme des « *subtropic highgrass steppes* », comprenant de hautes plantes herbacées couvrant le sol d'une façon assez dense, avec des buissons d'espèces xérophiles. De telles formations *(Inula, Prangos, Ferula)* existent aussi en Iran et en Arménie orientale, mais le terme de savane est discutable, car le pourcentage d'espèces graminoïdes n'est pas très élevé. La plupart de ces formations peuvent se trouver en contact directement avec les steppes à Lichens ou même les glaciers (46).

L. LES HAUTS MASSIFS ORIENTAUX

Ils sont séparés de l'Himalaya par le défilé du Brahmapoutre et constituent le Sechuan et le Sikiang. Leur végétation a fait l'objet d'une étude approfondie (13), d'où l'on peut tirer des enseignements très intéressants en regard des problèmes examinés ici.

Les formations non tropicales s'étagent en effet entre 2 500 et

Source : MNHN, Paris

5 600 mètres, avec une limite pour les plantes ligneuses phanérophytiques (petits arbres et arbustes) voisine de 5 000 mètres, une limite des arbres situées vers 4 200 mètres, parfois 4 500 mètres.

Les complexes créant les formations forestières peuvent être approximativement répartis en quatre grands groupes altitudinaux qui ne recouvrent pas strictement les étages :

— forêt mixte caducifoliée (essences à feuilles larges) ; — *(Populus* div. sp., *Acer*, *Juglans*, *Carpinus Fargesii* Franch., *Ostrya japonica* Sarg.);
— forêt mixte à feuillus et Conifères *(Populus*, *Tsuga chinensis* Pritzel, *Abies Ernestii* Rehd., *Taxus chinensis* Rehd.), jusqu'à 3 000 mètres;
— forêt mixte à Pins et Bouleaux *(Pinus Armandii* Franch., *P. tabulaeformis* Carr., *Betula albo-chinensis* Berk., avec *Populus cathayana* Rehd. et *Acer laxiflora* Pax surtout en régions basses (3 000-3 200 mètres);
— forêt sempervirente très riche en espèces *(Abies* sp. pl., *Picea* sp. pl., *Pinus*, *Tsuga)*, jusqu'à 3 600-3 800 mètres, se transformant en forêt à *Abies* et *Larix*, puis en Melezein pur *(Larix Polaninii* Bat., 3 800-4 200 mètres*)*.
— lande subalpine haute à *Quercus* et *Rhododendron*, avec *Juniperus squamata*. atteignant 5 000 mètres d'altitude.
— pelouses et gazons alpins, paraissant présenter un endémisme assez marqué, même au niveau générique, (Composées, Crucifères, Gentianacées, etc.), jusqu'à 5 600 mètres.

On peut admettre que le début des landes représente la limite inférieure de l'étage sub-alpin, en considérant l'existence d'un étage haut-montagnard *(high-montane)* froid (zone des forêts de Conifères), un étage montagnard tempéré, un étage montagnard tempéré-chaud en-dessous de 3 000 mètres.

M. L'HIMALAYA

Il est bon de rappeler d'abord que le massif dit de l'Himalaya n'est pas une simple chaîne de 3 000 kilomètres de long, inclinée NW-SE, avec une inclinaison vers le NE dans les 800 kilomètres les plus orientaux. Elle comprend deux séries d'alignements, connus sous les noms de Grand Himalaya et Siwalik, le 2e doublant le premier dans sa partie méridionale sur plus de 1 800 kilomètres. La chaîne centrale s'élargit au NW (massif du Kashmir) et se termine à l'est en un complexe (Chamdo). Les dénivellations sont de 6 000 à 8 000 mètres au versant sud qui, sauf dans la région de Delhi, se termine sur des plaines très basses, et de seulement 2 000 à 4 000 mètres au versant nord qui se prolonge indéfiniment pendant 2 000 kilomètres dans les montagnes et les plateaux thibétains. Le Kangchenjunga (8 600 m) et l'Everest (8 848 m) se trouvent respectivement à 475 et 525 kilomètres du tropique du Cancer, et à moins de 800 kilomètres des rives du golfe du Bengale. Par comparaison, le Kuh-e-Hazaran (4 421 m) et le sud du Zagros (Iran) sont à 800 kilomètres du Tropique,

Source : MNHN, Paris

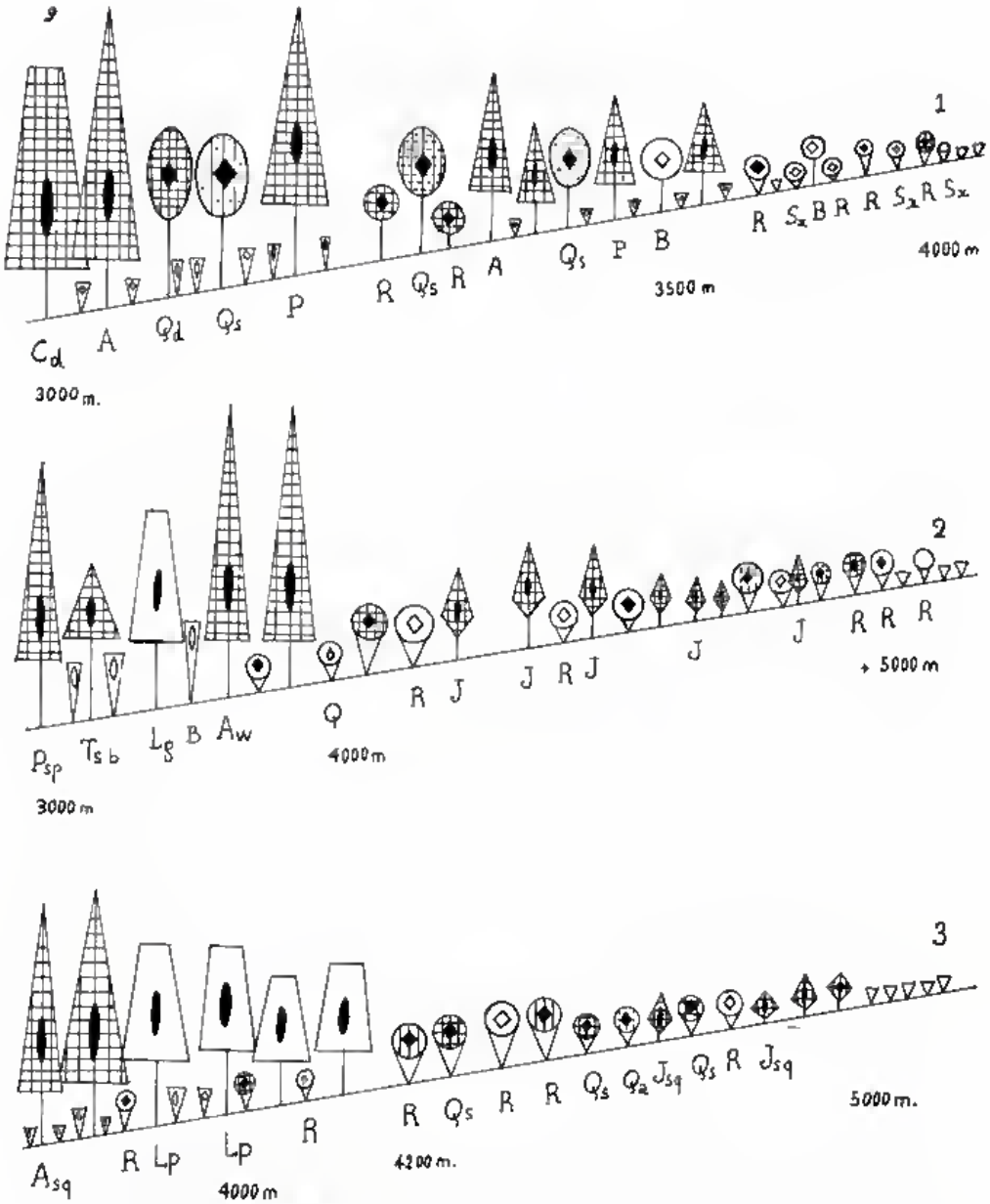


Fig. 9. — Représentation symbolique des peuplements ligneux d'altitude.

1, Ouest de l'Himalaya. Cd : *Cedrus Deodara*; A : *Abies* div. sp.; Qd : *Quercus dilatata*; Qs : *Quercus semecarpifalia*; P : *Picea*; R : *Rhododendron sp. pl.*, dont *R. arboreum*; B : *Betula*; Sx : *Salix*.

2, Est de l'Himalaya. P sp : *Picea spinulosa*; Ts b : *Tsuga Brunoniana*; Lg : *Larix Griffithii*; B : Bambusées; A w : *Abies Webbiana*; Q : *Quercus*; R : *Rhododendron*; J : *Juniperus sp. pl.*

3, Haut-Yunan, d'après Cheng. A sq : *Abies squamata*; R : *Rhododendron*; Lp : *Larix Potanini*; Qs : *Quercus semecarpifolia*; Qa : *Quercus aquifolia*; J sq : *Juniperus squamata*.

Source : MNHN, Paris

l'Elbourz à près de 1 500 kilomètres, le Djebel Toubkal (4 165 m, Atlas) à plus de 800 kilomètres. L'orientation approximativement NW-SE de l'Himalaya met en valeur, surtout dans la partie centrale, l'influence des conditions altitudinales pour un type d'influences climatiques particulier, la mousson; si l'on note de plus que le nord-ouest de la chaîne atteint une zone de climats tempérés (peut-être du type méditerranéen), que le sud est en contact avec le sous-continent indo-pakistanais (dekkanien) situé en zone tropicale, que l'est appartient au sud-est asiatique, on comprendra quelle peut être la richesse de la flore et la diversité des formations végétales dans l'ensemble des Himalayas et quel rôle a pu jouer ce massif dans l'histoire des peuplements végétaux.

Si l'est-himalayen comporte une flore riche en espèces des familles tropicales Lauracées, Ternstroemiacées, Magnoliacées, etc., par contre les hautes altitudes recèlent des espèces qui semblent appartenir aux types arcto-tertiaires de la flore du vieux monde.

Dans l'ouest-himalayen, là où les effets du climat de mousson sont encore sensibles, dans les altitudes inférieures (900-1 200 ou 1 500 m), s'installe une forêt de faible hauteur, dite « *sub-montane forest* », que l'on peut assimiler à un « étage collinéen supérieur » ou à un « étage montagnard sec inférieur » (série décidue sèche de P. Legris, 48) caractérisé par des espèces absentes de la flore tempérée : *Shorea robusta* Gaertn. (Diptéroc.), *Anogeissus latifolia* Wall. (Combret.), *Syzygium Cumini* (L.) Skeels (Myrtacées), et des espèces des genres *Bauhinia*, *Sterculia*, *Terminalia*, etc. Au-dessus, et généralement entre 900-1 800 mètres (600-2 200 m dans certaines vallées internes), apparaît la forêt pure sempervirente sèche à *Pinus Roxburghii* Sarg. (« étage des pins subtropicaux, série sèche à *P.* r. » de Legris). Le parallèle avec les forêts claires à *Pinus Merkusii* Jungh et *P. khasya* Royle doit être fait, mais l'analogie, sur le plan des étages de végétation, n'est pas certaine. Dans l'étage des Pins subtropicaux, en Himalaya occidental, il existe aussi un enrichissement en feuillus, spécialement en stations moins sèches avec *Rhododendron arboreum* Sm. et *Lyonia ovalifolia* (Wall.) Drude (Ericacées), avec *Quercus incana* Roxb. La forêt qui, au-dessus de la précédente, prend une grande extension, est mixte, avec *Cedrus Deodara* Loud. et *Quercus incana* (1 800-2 400 m en exposition sud, 2 000-3 000 m en exposition nord), auxquels s'ajoutent : des formations à *Quercus dilatata* Lindl., *Abies*, *Picea* et Cèdre (2 100-2 400 m), *Quercus semecarpifolia* Sm. et *Abies* (2 400-3 000 m). Le Sapin ne survit en altitude qu'en des stations particulièrement protégées, tandis que le chêne peut devenir exclusif aux contacts des étages subalpin et alpin.

Il semble que les marges du bassin du Kashmir soient sous l'influence d'un climat de type méditerranéen, et les forêts à *Abies-Picea-Cedrus* et *Pinus Wallichiana* A. B. Jack. se localisent vers 2 000-3 000 mètres, correspondant au niveau alpin dans l'extrême ouest, restreintes aux vallées dans l'Est. Entre 3 500 et 4 500 mètres, les montagnes sont occupées par une forêt assez continue à *Betula Jacquemontiana* Spach, *Abies Webbiana* Lindl., *Juniperus Wallichiana* Hook., *J. recurva* Ham.

La zone des Bouleaux et des Rhododendrons s'étend entre 3 600 et

Source : MNHN, Paris

3 800 m sous forme de groupements nanophanérophytiques qui font transition avec les formations alpines celles-ci atteignant généralement 4 200 m, piquetées de buissons rabougris de Genévriers, Rhododendrons, et *Salix*. Les steppes thibétaines, absolument sans arbres, occupent les horizons supérieurs mais pénètrent assez profondément vers le sud par l'intermédiaire des vallées internes.

Dans l'Himalaya occidental, les forêts à Chênes et Conifères semblent correspondre à un « étage montagnard humide », dans lequel les forêts à dominance de Cèdres représenteraient la « série humide » (Legris). L'étage alpin y comprendrait encore l'*Artemisia maritima* L., des *Agropyrum*, ceci en dehors de l'habituel lot de genres altimontains boréaux. Une telle composition floristique peut surprendre, mais il est probable que les indications de la littérature correspondent à des synthèses qui masquent la réelle complexité des horizons supérieurs dans cette région où se fait l'interpénétration des formations herbacées arctico-alpines, avec les formations plus ou moins chaméphytiques ou nanophanérophytiques à épineux, ou à Rhododendrons. La limite se situe peut-être au niveau du Nanga-Parbat, mais peut-être aussi plus au nord-est.

Sans aucun doute, les structures et l'étagement de la végétation sont beaucoup plus complexes dans l'est-himalayen que dans la partie occidentale, avec une richesse nettement plus élevée en éléments ligneux, arbustes ou arbres. La distinction de quatre ou cinq étages ne rend sans doute pas compte exactement des problèmes qui peuvent se poser dans une des seules région du monde (avec le Mexique et la Nouvelle-Guinée) où l'on puisse sans discontinuer passer des formations tropicales (parfois subéquatoriales) aux formations alpines de type boréo-arctique.

Les régions basses, jusque vers 1 000 m, comportent aussi une forêt à *Shorea robusta* qui n'aurait pas la même valeur que dans l'ouest de la chaîne, puisqu'homologuée ici à une « série humide décidue » (Legris). Parmi les genres les plus significatifs de végétaux ligneux, citons : *Terminalia*, *Dillenia*, *Toona*, *Lagerstroemia*, *Dalbergia*, *Embelica* (qui s'étendent assez largement vers l'ouest) et *Schima*, *Tetrameles*, *Talauma*, *Duabanga*, *Garcinia*, *Aclinodaphne*, *Gynocardia* dont les espèces sont communes à l'Himalaya oriental et à la Péninsule. Absente à l'ouest, et ne se développant que sous forme d'une bande assez étroite, la forêt à *Castanopsis (C. indica* A. et C., et *C. tribuloides* A. DC.*)* a une individualité bien marquée, grâce à une composition floristique et une localisation particulières. Elle peut définir un « étage subtropical » caractérisé par les Lauracées : *Phoebe attenuata* Nees, *P. lanceolata* Nees, *Machilus* div. sp., et des essences telles que *Schima Wallichii* Chois. (Théac.) et *Meliosma simplicifolia* Walp. (Sabiac.).

La zone de la « forêt mixte sempervirente » *(tropical evergreen upper montane zone* de Schweinfurth, 66; étage montagnard de Legris) est caractérisée par sa richesse en épiphytes (Orchidées et Ptéridophytes) et sa composition floristique à base de Chênes *(Quercus pachyphylla* Kunz., *Q. lamellosa* Sm., *Q. lineata* Bl., *Q. fenestrata* Roxb., *Q. aculissima*

Source : MNHN, Paris

Carr., presque tous anciennement classés dans le genre *Pasania* Oerst., ce qui les différencie assez nettement des Chênes « équivalents » des forêts subtropicales mexicaines), de *Magnolia* (*M. rostrata* W. W. Sm., *M. Campbellii* Hook. f. et T., etc.) et de *Michelia* (au moins 5 espèces), avec des *Machilus* et surtout des *Acer* (7 à 10 espèces), de nombreux *Rhododendrons* arborescents, des Lauracées, des *Symplocos* (Styracales). Cette forêt qui atteint 2 000 m peut être immédiatement suivie en altitude par une formation sempervirente coniférienne à *Abies densa* Griff., *A. Delavayi* Franch., *Tsuga dumosa* (D. Don) Eichl., et *Picea complanata* Masters.

Dans les vallées intérieures de l'Assam, il y a une ceinture de forêts mixtes décidues et de forêts coniférienne (dite « *trans-montane formation* », Bor, 10) qui dans les stations les plus élevées passe à une forêt mixte coniférienne (« *eastern mixed conifer forest* » de Champion, 12) avec *Abies densa*, *Tsuga dumosa* et *Larix Griffithii* Hook. f. et T.

Il y a une continuité remarquable, par contre, entre le subalpin de l'ouest et le subalpin supérieur de l'est-himalayen, puisque se retrouvent des compositions floristiques similaires avec les boqueteaux bas de Bouleaux et les buissons de Genévriers alpins, de Rhododendrons, de *Rosa*, de *Lonicera*, de *Salix*. Des analyses détaillées de ces formations seront faites par ailleurs, comparativement entre les deux extrémités de la chaîne des Himalayas.

L'altitude maximum où des plantes à fleurs semblent avoir été mentionnées est 6 667 m (20 000 ft.), dans la région du Mont Everest, où l'on signale les genres *Leontopodium* et *Arenaria*. Il n'y a pas de collecte supérieurement à cette altitude, bien que des indications aient été données à 24 000 pieds (7 960 m). La vieille littérature donnait d'ailleurs le chiffre de 19 000 pieds (6 038 m), discuté par Hemsley (39) qui le considérait comme erroné. Pour Rau (58 *bis*), 350 espèces dépasseraient 4 500 mètres, une Crucifère atteignant 6 400 mètres dans l'ouest-Himalayen. Polunin (55) cite non moins de 9 espèces qui au Népal atteignent 21 000 pieds (6 700 m). Il est donc certain de toutes manières que des plantes à fleurs existent nettement au dessus de 6 000 m (19 685 pieds). Pour les Alpes, qui culminent à 4 800 m seulement, les altitudes extrêmes atteintes par les Phanérogames ne semblent guère supérieures à 4 200 m. A l'Elbourz, la limite semble approcher 5 000 m, pour un pic de 5 600 m.

DISCUSSIONS

Des études comparatives sur les zones altitudinales de végétation dans les montagnes tropicales ont été faites à diverses reprises (Van Steenis, 74; Humbert, 42, 44; Hedberg, 38), soit pour la Malaisie, soit pour l'Afrique tropicale orientale, ceci dans le cadre du vieux Monde. Troll (70, 72) a réuni de nombreux documents et argumenté des discussions à propos de la Cordillière des Andes (Pérou et autres pays d'Amérique latine). Van Steenis et Hedberg tentent de limiter ce que l'on doit appeler

Source : MNHN, Paris

l'horizon alpin dans les régions tropicales, mais HEDBERG utilise néanmoins comme la plupart des botanistes le terme « alpin » pour désigner l'ensemble des végétations qui occupent les plus hautes altitudes, incluant le « nival » qui, théoriquement, n'existe qu'au-dessus de la « *snow-line* » (limite des neiges persistantes) dans des stations particulières; on peut légitimer cette opinion en argüant du fait que l'ensemble des conditions dans les montagnes tropicales (climats, éléments floristiques, etc.) est totalement différent de ce qui existe dans le cercle montagneux qui borde au sud la zone boréale à hiver rigoureux. TROLL a suggéré l'emploi de « *high montane belt* » pour des comparaisons à l'échelle mondiale, sur le plan climatique ou topographique, avec division en « *nival belt* » (au-dessus de la limite des neiges) et « *sub-nival belt* » (au-dessous de la limite des neiges, et correspondant à l'étage alpin des auteurs). Pour TROLL, l'horizon sub-nival correspondrait finalement, en zone boréale, à l'ensemble de la zone située entre la *snowline* et la limite supérieure des éléments ligneux (il conviendrait sans doute d'ajouter « phanérophytiques »), tandis que dans les zones tropicales, la *snow-line* reste la seule limite nette, alors qu'il est délicat de fixer une limite pour les éléments ligneux.

HEDBERG a souligné le danger qu'il y avait à prendre la limite des arbres comme base de classification des zones altitudinales dans l'est africain. De même que VAN STEENIS, il mentionne qu'il n'est pas très logique d'inclure la zone nivale (étage nival) dans le *high montane belt*, proposé par TROLL, parce que l'étage nival est pratiquement dépourvu de végétation, et qu'ainsi il n'est pas nécessaire de modifier l'acception du terme « alpin » pour parler des formations végétales installées entre la limite climatique synthétisée par la *snow-line* et la limite climatique qu'indique l'altitude maximum des arbres (« *timber line* »). De plus VAN STEENIS a utilisé les critères floristico-sociologiques pour définir les zones altitudinales en Malaisie.

Pour une large comparaison, on peut, à propos de l'Himalaya, utiliser les expressions indépendantes des notions de latitude et de climat général (régions tropicale, sub-tropicale, ou tempérée). Depuis que l'on a découvert les effets du photopériodisme sur les végétaux, l'acception exacte de ces derniers termes paraît devoir être modifiée, et il semble maintenant bien établi d'ailleurs que, de toutes manières, les variations altitudinales sous les tropiques présentent — en dehors des homologies thermo-pluviométriques éventuelles — des différences assez sensibles avec celles des zones boréales ou australes.

La zone sous-montagnarde *(sub-montane zone)* correspond, dans l'Himalaya, à ce que les auteurs ont appelé les zones tropicales et sub-tropicales, et elle existe principalement dans les Siwalik et l'Himalaya externe. On pourrait en partie l'homologuer à l'étage collinéen des auteurs français, mais en réalité il n'y a pas une véritable analogie. Cette zone topographique dite sous-montagnarde inclut les forêts à *Pinus Roxburghii*, des forêts décidues, et, dans l'est-himalayen, des forêts feuillues toujours vertes et des forêts mixtes, également sempervirentes.

Source : MNHN, Paris

La zone forestière montagnarde correspond à la « zone tempérée » des auteurs, dans laquelle on distinguait une zone tempérée froide et une zone tempérée chaude. Elle est admise ici comme équivalente de la région tempérée chaude, avec, dans l'ouest, la forêt mixte à Chênes et Conifères *(Oak-conifer forests)* et dans l'est les forêts complexes macro-mésophylles *(broad-leaved species forests)*, avec Chênes, Érables, Magnolias, Lauriers, etc.

La zone des hautes montagnes *(high montane zone)* correspond à la zone tempérée froide, comprenant les horizons supérieurs des forêts coniférienne dans les chaînes internes de l'ouest et de l'est-himalayen. La définition de cette zone serait pour nous légèrement différente de celle donnée par Troll, puisqu'elle exclut les horizons subalpin, alpin et nival.

La zone subalpine constitue la transition entre les forêts altimontanes de Conifères et la zone alpine *sensu stricto;* elle comprend les formations buissonnantes à Bouleaux, Genévriers rampants, petits Rhododendrons, petits Saules, etc. Cette conception se rapproche donc de celle généralement admise dans les études descriptives relatives aux Alpes. Il semble d'ailleurs que si l'on garde l'opinion générale, le concept de subalpin s'applique aux formations comportant encore des éléments ligneux nanophanérophytiques, alors que le concept d'alpin pourrait être réservé pour désigner la zone où les formations végétales ne comprennent plus de nanophanérophytes, mais seulement certains pourcentages de chaméphytes ligneux, tout au moins dans certaines stations.

La zone alpine serait donc selon nous celle où les gazons alpins et les formations xérophiles semi-désertiques altimontanes prennent leur maximum d'extension; il s'agit de mosaïques de groupements luxuriants très riches en espèces aussi bien dans l'est que dans l'ouest-himalayen. En raison des conditions climatiques défavorables qui régnent durant la plus grande partie de l'année, les composantes de ces groupements ont des parties aériennes transitoires et souvent non ligneuses.

Le tableau résume succinctement les données précédentes pour l'ouest et l'est de l'Himalaya (p. 84).

Des études comparatives sur les types bio-climatiques qui existent dans les Himalayas et dans les chaînes alpines occidentales (37) ont montré que l'on devait diviser l'Himalaya en deux zones : la majeure partie soumise au climat de mousson typique, et une petite région à l'ouest de l'Indus, où le climat paraît de type méditerranéen. Par suite, dans l'ensemble de la chaîne, c'est l'effet de la mousson qui détermine la zonation de la végétation, au moins dans les zones d'altitude moyenne, de même que dans tout le sud-est asiatique où l'influence de la mousson est prépondérante. La plupart des diagrammes pluviométriques et les climatogrammes font ressortir ce fait (Champion, 12; Misra et Puri, 52; Legris, 48). Puri (56) a résumé ainsi ce phénomène : « *The rainfall patterns and its effects on soil development in the Himalayas give the impression that climate of wet and moist temperate forest is not humid and these may, therefore, be properly classed with the tropical types. The dry temperate*

Source : MNHN, Paris

Zones de végétation	Himalayas de l'Ouest		Himalayas de l'Est	
	Altitude	Types de peuplements	Altitude	Types de peuplements
Alpine	5 000 m		5 300 m	
Subalpine	3 800 à 5 000 m	Fruticée haute à : Bouleaux; Genévriers; Rhododendrons; Sapins alpins	4 000 à 5 300 m	Rhodoraies à Genévriers
« Altimontain »	2 400 à 3 800 m	Forêt sempervirente à Conifères: *Abies* *Picea* *Pinus Gerardiana* *Cedrus Deodara*	3 000 a 4 000 m	Forêt à Conifères : *Abies* *Picea* *Larix* *Tsuga*
Montagnarde	1 800 à 2 400 m	Forêt mixte à Conifères et Chênes	1 800 à 3 000 m	Complexe mésomacrophylle à : Chênes, Châtaigniers, Erables *Magnolia*, *Laurus*, Aulne, Bouleau, *Bucklandia*
Sous-montagnarde	1 000 à 1 800 m	Forêts à *Pinus Roxburghii*	700 à 1 800 m	Forêt mixte souvent sempervirente; bambous
	300 à 1 000 m	Forêt mixte décidue (tropicale sèche)	300 à 700 m	Forêt mixte décidue ou sempervirente (tropicale humide)

Source : MNHN, Paris

type may only probably be truly temperate in character, but that too seems to have mediterranean resemblances than the north temperate ».

Il doit être noté que la flore montagnarde himalayenne (au-dessus de 5 000 pieds, env. 1 650 m) a été désignée comme « tempérée » et divisée en un certain nombre de types selon la pluviosité, les caractères géologiques et pédologiques des stations, et les biota. Prenant en considération l'humidité, CHAMPION avait distingué « *wet, moist and dry types* ». Les « *wet types* » demeurent cantonnés à l'Himalaya de l'est et au sud de la Péninsule et sont distingués l'un de l'autre. BURTT DAVY (11) a objecté qu'il n'était pas souhaitable d'utiliser le terme de « tempéré » pour des régions soumises à des climats de mousson. On peut rappeler que si les forêts himalayennes sont caractérisées par les Chênes et les Pins sur de larges étendues, il n'en demeure pas moins vrai que, différence fondamentale avec l'Europe non méditerranéenne, les Chênes sont sempervirents et que, selon les conditions stationnelles, ils sont aussi accompagnés d'un nombre plus ou moins élevé d'arbres dicotylédones à feuillage décidu.

On admet habituellement que les étages de végétation varient altitudinalement de façon parallèle aux variations du climat. BROCKMAN JEROSH évaluait que l'amplitude altitudinale moyenne d'un étage de végétation était approximativement de 400 m pour les forêts de la Suisse, avec des valeurs extrêmes de 200 m pour le Sapin *(Abies alba)* dans les chaînes subalpines, et de 900 m pour le Pin *(Pinus silvestris)* dans les Alpes centrales. La différence de température correspondant à un dénivelé de 400 m est en moyenne de 2°C dans les Alpes. Les études d'OZENDA (53) pour les Alpes maritimes donnèrent des résultats semblables, avec toutefois une amplitude locale de 1 000 m pour *Pinus silvestris* (cette essence paraît avoir une amplitude altitudinale *totale*, dans son aire de spontanéité, nettement supérieure à 2 000 m). On a donné des chiffres du même ordre pour les régions tropicales : R. FRIES, cité par SCHIMPER (64), indique une valeur de 400 m pour les ceintures forestières, 650 m pour les *Arundinaria*, 200 m pour les formations à *Hagenia* (Rosacées). Dans l'Himalaya les résultats sont sensiblement identiques en ce qui concerne les formations, mais les amplitudes, même locales, pour certaines essences sont considérables : par exemple pour *Cedrus Deodara* et *Pinus Wallichiana* on peut avancer l'amplitude exceptionnelle de 3 000 m (de 2 000 à 5 000 m), se décomposant ainsi : le Pin avec Cyprès et Cèdre entre 2 000 et 2 500 m, avec *Picea Smithiana* (Wall.) Boiss. entre 2 500 et 3 000 m, avec certains Sapins entre 2 700 et 3 200 m, avec d'autres Sapins au-dessus de 3 200 m. Le schéma serait semblable pour le Cèdre qui, à la fois en fonction de l'altitude et des influences de la mousson, peut aller jusqu'aux limites de la forêt dans les Himalayas externes. Quelques espèces ont donc une large amplitude écologique.

L'un des principaux problèmes relatifs à la distribution de la végétation en montagne est la recherche des limites supérieures des formations arborescentes. La difficulté en ce domaine provient de ce que les comparaisons portent presque toujours sur des espèces différentes d'une mon-

Source : MNHN, Paris

tagne à une autre, espèces ayant souvent des amplitudes écologiques différentes.

Ainsi, la limite des forêts est faite dans les Pyrénées par les formations à *Pinus montana*, *P. uncinata*, dans les Alpes soit par *Larix decidua* ou *Pinus Cembra*, dans les Carpathes par *Pinus Mughus*, dans l'Atlas par *Juniperus thurifera*, en certains points d'Europe centrale par *Fagus silvatica* et, semble-t-il, par *Quercus macranthera* dans l'Elbourz. Il est intéressant de noter que dans le Taurus, le Cèdre *(Cedrus Libani)* se trouve souvent à la limite supérieure des formations arborées, de même que dans l'Himalaya occidental, il s'agit de *Cedrus Deodara* et d'*Abies Pindrow* Spach. Dans l'Himalaya oriental, il n'est pas rare aussi que ce soient *Betula utilis* ou *Quercus semecarpifolia* qui forment les forêts les plus élevées.

Si nous comparons les limites forestières à celle de l'isotherme 0°C, on trouve :

	Isotherme annuel 0° C	Limite approximative des forêts
Pyrénées centrales....	2 520	2 150
Alpes maritimes.....	2 620	2 200
Himalaya (ouest).....	3 500	3 800

Malgré l'imprécision des renseignements sur une large échelle, les chiffres mentionnés indiquent que la forêt suit approximativement un isotherme de 2°C dans les Pyrénées septentrionales, 2,2°C dans les Alpes méridionales, 1,8°C dans les Alpes centrales, et un isotherme inférieur à 0° dans l'Himalaya.

Le problème des limites altitudinales des plantes vasculaires a été traité récemment (Webester, 78); il semble que les corrélations entre *snow-line* et *tree line* ne soient pas toujours évidentes, mais il apparaît souvent des contradictions du fait que, simplement, plusieurs chaînes, telles les Alpes, furent beaucoup plus étudiées que d'autres. Certaines données de la littérature seraient aussi à vérifier ou plus exactement à étayer dans le contexte précis des notions modernes de *snow* et *tree lines*. Divers auteurs ont parlé de coïncidence entre la *snow-line* et la limite supérieure des plantes vasculaires, mais cela n'est pas obligatoirement significatif; de même, le fait que, dans les latitudes 28°-36° (Himalayas) et 16°-25° (Andes) les plantes alpines atteignent des altitudes plus élevées qu'en Afrique à une latitude plus faible peut être dû à des conditions locales différentes.

Le fait donc que l'altitude limite des plantes à fleurs varie et que celle-ci puisse être supérieure à celle de la *snow-line* rend difficile une interprétation en fonction des facteurs de l'environnement, bien qu'il

Source : MNHN, Paris

semble que les conditions d'approvisionnement et d'utilisation de l'eau (durant la période de végétation, si courte soit-elle) soient finalement essentielles.

Les tableaux ci-dessous résument les données comparatives à propos des divers massifs sur lesquels des renseignements ont été fournis :

Massifs occidentaux :

	Atlas	Pyrénées	Alpes	Carpathes
Limite de la neige.....	4 000	2 800	2 800 (2 200)	2 300
Limite des arbres (forêts)	3 000	2 400	2 200	2 000

Moyen-orient :

	Caucase	Taurus	Elbourz	Zagros
Limite de la neige.....	3 200	?	4 500	?
Limite des arbres.....	2 400	c. 2 900	2 500	3 000

Chaines himalayennes occidentales :

	Afghanistan	Tienshan	Altai	W-Himalaya
Limite de la neige...	3 600	3 847	2 100	5 000
Limite des arbres...	3 000	3 000	1 700	3 800

Chaines himalayennes orientales :

	Est-Himalaya	Szechuan	Sikiang	Malaysia
Limite de la neige...	5 600	5 600	5 000	4 500
Limite des arbres...	4 000	5 000	4 600	4 000

Source : MNHN, Paris

CONCLUSIONS

Il n'est pas très facile de tirer un enseignement déterminant sur le problème de la définition des étages de végétation même en examinant l'ensemble d'un système orogénique qui, occupant une position approximativement parallèle au Tropique nord et situé entre 1 000 et 2 500 km de ce dernier, semblait devoir présenter une certaine homogénéité, tout au moins par rapport aux grands groupes climatiques de l'hémisphère nord.

En réalité, nous ne possédons actuellement de données synthétiques assez générales que sur les formations végétales arborescentes, mais presque rien n'est connu (sauf en quelques points) sur les complexes herbacés, qu'ils soient de basses, de moyennes ou de hautes altitudes.

Les conclusions sont donc basées sur l'étude de formations qui, même si elles sont en équilibre (climaciques), demeurent cependant fragiles.

1° En procédant de l'ouest vers l'est, on assiste à des changements considérables qui rendent difficile l'emploi des termes du vocabulaire classiquement utilisé à propos des Alpes. C'est pourquoi les termes descriptifs suivants pourraient être proposés :
submontane (sous-montagnard, infra-montagnard = ? collinéen);
montane (montagnard);
highmontane (haut-montagnard, correspond partiellement à l'altimontain, partiellement au Subalpin classique);
subalpine (subalpin);
alpine (alpin) [1].

2° En raison de l'influence des moussons qui donnent au climat de l'Himalaya externe un caractère tropical, les types de végétation présentent, même en altitude, des ressemblances marquées avec ceux des chaînes du sud-est asiatique (région sino-japonaise de Good).

3° La partie la plus occidentale des Himalayas ne subit que faiblement les conséquences de la mousson; au contraire les courbes bioclimatiques rappellent même celles de climats de type méditerranéen. La végétation accuse d'ailleurs une plus nette xérophilie, avec présence d'espèces sclérophylles-méso ou microphylles (*Nerium indicum*, *Buxus sempervirens*, *Quercus* gr. *Ilex*, *Rhus cotinus*, *Celtis* sp.pl.). Des vicariances écologiques peuvent être notées : *Cedrus Libani-C. Deodara* (ce dernier toutefois vraisemblablement moins thermo-xérophile que le premier), *Chamaerops humilis-C. Maritiana*, *Parrotia persica-P. Jacquemontiana*, *Olea europea -Olea cuspidata*, *Thesium humile-Th. himalense*, etc. Cependant, dans l'ensemble, les affinités les plus marquées concernent les flores

1. P. Ozenda considère également l'existence d'un étage oroméditerranéen dont la définition fait intervenir les caractères climatiques (53 *bis*).

Source : MNHN, Paris

1. Étage subalpin dans les Dolomites (Italie), au versant nord de Paso di Sella, vers 1 800 m. — *Pinus Cembra* isolé, au niveau des pelouses et de la landine à *Rhododendron*. Cl. G.G.A. 1963.

2. Types de dégradation de l'étage forestier à *Pinus leucodermis* dans le massif du Perisleri (Grèce). Ilots de Genévriers en *zalelles*. Cl. G.G.A. 1964.

Source : MNHN, Paris

3. Étage subalpin forestier en Haute-Vanoise. Vieux Pins Cembro dans le Parc de la Vanoise. Cl. M. Keraudren 1964.

4. Formation dense à chamexérophytes spinescents, entre 3 000 et 4 000 m dans le Massif de l'Elburz (Iran). Coussins d'*Acantholimon* et *Onobrychus* au pied du Demavend (5600 m). Cl. G.G.A., 1958

Source : MNHN, Paris

de la « région tempérée chaude » du sud-est asiatique (*Rhus* div. sp., *Cornus macrophylla* Hemsl.). La végétation de la partie orientale de l'Himalaya interne est nettement de type tropophile et, en cela, les parentés avec le sud-est sont plus évidentes que celles qui existent néanmoins avec le nord ou l'ouest.

Il est relativement aisé d'expliquer l'état actuel des formations végétales d'affinités tropicales ou sub-équatoriales de l'est-himalayen si l'on considère la proximité du golfe du Bengale, la conformation de la plaine de l'Assam et de la dépression du Brahmapoutre, l'influence des moussons. Il est plus délicat de comprendre exactement les raisons paléohistoriques du maintien ou de l'installation de ces formes de peuplement et de cette flore. Il faut en effet admettre que, même en haute montagne, et ceci peut-être jusqu'à plus de 4 000 m, l'influence des glaciations quaternaires a été réduite sur le versant péninsulaire de l'Himalaya, spécialement dans la partie est. Il y a deux raisons qui permettent d'étayer une telle hypothèse : tout d'abord, il est probable qu'en raison de ses altitudes très élevées et continues sur 3 000 km, la haute chaîne himalayenne a joué un rôle de barrière dans les deux sens, soit nord-sud, soit sud-nord, à l'image de ce qui existe aujourd'hui pour l'Elbourz, ensuite que refroidissement ou réchauffement de la Terre n'impliquant pas une modification sensible dans les régles de circulation générale de l'atmosphère (Aubréville, 2), le régime de mousson a pu persister, et si l'on en juge par sa puissance actuelle, s'opposer assez fortement à la descente des masses d'air froid. Cette explication demeure cependant battue en brèche par d'autres faits et spécialement les suivants : on connaît des flores fossiles importantes et de type glaciaire au versant sud de l'Himalaya, dans la région occidentale et il semble admis que la surrexion de l'Himalaya s'est continuée du Miocène au Pleistocène. Les plissements géologiques sont naturellement des phénomènes généralement très lents, si bien que, de toutes manières, la mise en place d'une couverture végétale peut s'effectuer de façon concomitante.

P. Legris (48) confirme cependant que le « régime de mousson particulier à l'Inde s'est installé avec la seconde phase orogénique importante au Plio-Pleistocène », et que « le classement relatif des climats régionaux est resté sensiblement ce qu'il est aujourd'hui ». Dans l'hypothèse même des déplacements réels ou relatifs des pôles au Quaternaire dont les influences sur les déplacements des zones de végétation ont été récemment étudiées pour l'Afrique et l'Amérique surtout (Aubréville, 2), on constate qu'au sud de l'Inde, la position hypothétique de l'Équateur n'aurait pas considérablement varié entre le Tertiaire (la ligne figurant l'Équateur tertiaire recoupe celle de l'Équateur actuel exactement au sud du Golfe du Bengale) et les époques des glaciations européennes (les lignes se recoupent au sud du Siam), tandis qu'au moment de la glaciation nord-américaine, l'Équateur traversait le Golfe du Bengale au niveau du 16° N, c'est-à-dire à moins de 1 500 km du Sikkim. Le décalage maximum des zones climatiques au moment des glaciations se serait donc fait, en ce qui concerne l'Himalaya, dans un sens favorisant, théo-

Source : MNHN, Paris

riquement, les migrations de flores d'affinités inter-tropicales ou tempérées chaudes.

Une constatation de ce genre pourrait — malgré sans doute des réserves, spécialement sur le plan systématique — être invoquée aussi pour introduire un élément de comparaison avec l'Amérique à propos de certains genres tempérés, comme le genre *Quercus* : il semble en effet que la macrophyllie soit plus accentuée chez les Chênes des formations montagnardes est-himalayennes (ex-genre *Pasania*) que chez les Chênes de formations « homologues » au Mexique.

4° L'étage haut-montagnard *(high montane belt)* des Himalayas est infiniment mieux développé que dans les Alpes et l'ensemble des chaînes plus occidentales. Ceci est peut-être dû au fait qu'il n'y a pas eu destruction des flores aux temps glaciaires, mais on peut invoquer aussi, par comparaison à l'Atlas, par exemple, que la sécheresse a été beaucoup moins accentuée.

5° La zone des steppes boisées *(forest steppe belt)* n'est bien représentée que dans le Tienschan, l'Hindoukouch et la vallée de l'Indus, le versant thibétain étant impropre à l'installation des arbres, et les vallées du versant sud des Himalayas centraux et orientaux étant soit trop chaudes, soit trop humides.

6° L'étage subalpin *(sub-alpine scrub)* est pratiquement représenté dans toutes les montagnes, sous une forme ou sous une autre, avec des peuplements importants en Ericacées (Rhododendrons, *Vaccinium*) ou des Genévriers nains. L'Atlas, le Taurus et l'Elbourz demeurent cependant plus pauvres.

7° Presque partout (sauf Elbourz, Atlas), l'étage montagnard supérieur comprend soit des Pins, soit des *Larix*, soit des Bouleaux, soit des représentants des trois genres à la fois. Cependant, les peuplements arborescents culminaux dans la zone des « *Garide phrygana* » et des « *Traganthsteppen* » (Wissmann, 79; Gams, 22) paraissent plutôt être une forêt à grands Genévriers, qu'il s'agisse du Tienshan occidental, du Zagros, ou de l'Atlas.

8° La *timber line* des Alpes et des Pyrénées se trouve en dessous de l'isotherme annuel 0° C, tandis que dans l'Himalaya elle passe très nettement au-dessus de ce même isotherme.

La limite supérieure des plantes à fleurs, ainsi que l'avait montré Webester, paraît bien n'avoir vraiment de corrélation ni avec la *snow line* ni avec la *timber line;* des caractères relatifs à l'amplitude écologique des espèces interviennent aussi bien que certains facteurs d'environnement limitants, telles les possibilités d'utilisation de l'eau.

Les conditions de sécheresse estivale paraissent avoir une importance fondamentale pour expliquer la nature de certains types de peuplements, par exemple un « étage des Genévriers » ou un « étage de xérophytes épineux » plutôt qu'un « étage terminal forestier de Pins ou d'*Abies* » ou un « étage de pelouses ou de prairies ». Si l'on admet avec L. Emberger

Source : MNHN, Paris

que « le climat de montagne représente le type extrême du climat des régions avoisinantes » (cité par FAVARGER, 21 *bis*), on trouve une corrélation plausible entre flore, végétation et climats lorsqu'il s'agit de l'Atlas, des Alpes ou de l'Himalaya oriental. Par contre, l'interprétation se heurte à quelques difficultés à propos des formations à *Liquidambar* de Turquie. ou celles à *Pterocarya*, *Parrotia*, *Zelkova*, *Albizzia* du nord-Elbourz. Cependant, c'est probablement grâce au maintien d'un climat régional humide ou perhumide en climat général méditerranéen que certaines formes de peuplements végétaux, rappelant des peuplements considérés comme thermophiles tertiaires, ont trouvé des conditions favorables à leur survie entre des points extrêmes où ils paraissent encore en équilibre avec le milieu : Himalaya oriental et Canaries. Il nous semble pourtant que sur le plan bioclimatique, il est risqué de figurer de la même façon les conditions régnant dans les hauts sommets atlasiques ou iraniens et celles existant dans les régions élevées des Alpes, la résultante des facteurs limitant le développement de la végétation n'étant peut-être pas la même dans les deux cas. Il est probable qu'une étude comparative des divers étages, ou des diverses formations, depuis les Pinèdes dites subtropicales, jusqu'à l'étage nival, dans l'ouest-himalayen et l'Afghanistan apporterait, sur le problème des limites des étages de végétation entre climats méditerranéens et climats de mousson, des données nouvelles. Il serait alors plus facile de dresser une comparaison grâce aux résultats tirés de l'étude des successions altitudinales de végétation dans les régions où le climat méditerranéen peut être considéré comme complet.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été en partie préparé par l'un de nous (R. K. G.) grâce à l'aide et l'accueil qu'ont bien voulu lui réserver le Professeur GAUSSEN (Université de Toulouse) et le Docteur LEGRIS (Institut Français de Pondichéry). C'est d'autre part grâce à l'assistance financière des Ministères de l'Éducation Nationale et des Affaires Étrangères du Gouvernement Français que des recherches comparatives plus poussées purent être réalisées au cours d'un stage effectué au Laboratoire du Professeur AUBRÉVILLE, au Muséum de Paris. En outre, de nombreux documents inédits (herbiers et notes de terrain), utilisés pour la rédaction de cette note furent réunis par le co-auteur au cours de missions du Muséum de Paris; participèrent également à ces prospections MM. H. DE LESSE (1958, Anatolie, Arménie, Kurdistan, Caspienne, Iran), E. BOUYX (1958, Espagne méridionale), A. BERGEAL, J. GOBERT, M. LHOSTE, G. MOREL, R. RUFFIER-LANCHE, D. SORCINA, P. TSILINIS (1964, Italie méridionale, Grèce).

L'illustration de cette note a été réalisée grâce à la collaboration de Mlle M. KERAUDREN (carte, graphiques, profils-diagrammes) et de M. P. GUEX (contre-types et agrandissements photographiques).

DOCUMENTS BIBLIOGRAPHIQUES

Il existe de très nombreuses références sur les problèmes évoqués précédemment; nous avons signalé surtout un certain nombre de publications dans lesquelles on pourra puiser une plus large documentation locale.

1. ALLORGE P. — La végétation muscinale des Pinsapares d'Andalousie. Arch. Mus. Hist. Nat. 6e sér., **12** : 535-548, 3 pl. ph. (1935).

Source : MNHN, Paris

2. Aubréville A. — Savanisation tropicale et glaciations quaternaires. Adansonia **2**, 1, : 17-84 (1962).
3. — Propos biotropicaux sur une carte bioclimatique de la zone méditerranéenne. Adansonia **3**, 3 : 338-342 (1963).
4. — Vue d'ensemble sur la géographie et l'écologie des Conifères et des Taxacées à propos de l'ouvrage de Rudolf Florin. Adansonia **4**, 1 : 8-18 (1964).
4 *bis*. Axelrod D. I. — Problem of the altitudes of tertiary floras. Abstr. 10e Int. Bot. Congr. Edinburgh : 24 (1964).
5. Aymonin G. — Voyage botanique en haute-montagne, de l'Atlas à la Caspienne, Sc. et Nat. **52** : 20-26, 9 ph. (1962).
6. Barrey A. — A travers les forêts de Pinsapo d'Andalousie. Maison Rust. Paris (1931).
7. — Une relique de la sapinière méditerranéenne : le Mont Babor. Préf. de Ph. Guinier, 20 + 84 pp., 33 pl., Paris (1934).
8 Belfour I. B. — New species from Mount Everest. Kew Bull. 1922 : 149-155 (1922).
9. Bolos O. de. — Les étages altitudinaux dans la partie septentrionale des chaînes littorales catalanes. Rapp. Comm. 8e Congr. Int. Bot. Paris, sect. 7-8 : 53-54 (1954).
10. Bor N. L. — A sketch of the vegetation of the Aka- hills, Assam. A synecological study. Ind. For. Rec. (a. s.), Bot. **1**, 4, 10 : 105-121 (1938).
11. Burtt Davy J. — The classification of tropical woody vegetation types. Imper. For. Inst. publ. n° 13 (1938).
12. Champion H. G. — A preliminary survey of the forest types of India and Burma. Ind. For. Rec. (n. s.), Silvic. **1** (1936).
13. Cheng W. C. — Les forêts du Se-Tchuan et du Si-Kiang oriental. Tx. Lab. For. Toulouse, **5**, 1-2 : 1-233, cartes, ph. (1939).
14. Czeczott H. — La distribution de quelques espèces dans le nord de l'Asie Mineure et le problème de la Pontide. Mitt. Kon. Naturw. Inst. Sofia, **10** : 43-68, 16 fig. (1937).
14 *bis*. Dansereau P. — Biogeography, an ecological perspective. 1 vol., 394 pp., nb. ill., Ronald, New-York(1957).
15. Daubenmire R. F. — Vegetational zonation in the rocky mountains. Bot. Rev. **9** : 325-394 (1943).
15 *bis*. Eig A. — Les éléments et les groupes phytogéographiques auxiliaires dans la Flore palestinienne. Rep. Sp. Nov. Regn. Veg. b. **63** : 4-16 (1931).
16. Emberger L. — Remarques critiques sur les étages de végétation dans les montagnes marocaines. Bull. Soc. Bot. Suisse **46** : 614-631 (1936).
17. — Aperçu général sur la végétation du Maroc. Ver. Geobot. Inst. Rübel Zurich **14** : 40-157, carte (1939).
18. — Comment comprendre le territoire phytogéographique méditerranéen français et la position systématique de celui-ci. Nat. Monsp. Bot. **14** : 47-54 (1962 pub. 1963).
19. Emberger L., Gaussen H., Kassas M., Phillippis A. de. — Carte bioclimatique de la région méditerranéenne. FAO /UNESCO (1963).
20. Emberger L., Sabeti H., — Forêts denses intertropicales et forêts caspiennes humides. Nat. Monsp. Bot. **14** : 55-62 (1962, pub. 1963).
21. Favarger Cl. — Cytotaxinomie et Endémisme. C. R. Somm. Soc. Biog. Paris 356-358 : 23-44, bibl. (1964).
21 *bis*. Favarger Cl. Robert P. A. — Flore et Végétation des Alpes.
I. — Étage alpin, préf. de G. Mangenot, 2e éd. (1962).
II. — Étage subalpin, préf. de L. Emberger, Ie éd. (1958).
22. Gams H. — Die Tragacantha — Igelheiden der Gebirge um das Kaspische, Schwarze und Mittellandische Meer. Ver. Geobot. Inst. Rübel Zurich, **31** : 217-243, bibl. (1953).
23. — Nachtrag z. Flora und Vegetation des Olymp. Oesterr. Bot. Zeitschr. **107** : 177-193 (1960).
24. Gaussen H. — Les forêts méditerranéennes et les conditions post-glaciaires.

Source : MNHN, Paris

Tx. Lab. For. Toulouse, Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse **64**, 2 : 545-558 (1932).
25. — Les étages méditerranéens. C. R. Congr. AFAS Rabat : 251-254 (1934).
26. — Étages et zones de végétation de la France. Ann. Géogr. **47** : 463-487 (1938).
27. — Les étages de végétation des Alpes, Pyrénées, Sierra Nevada, Atlas. C. R. 78e Congr. AFAS : 211-218 (1953).
28. — L'étage alpin, *in* Ét. Bot. étage alpin. Publ. 8e Congr. Intern. Bot. Paris : 5-8 (1954).
29. Gaussen H., Legris P. — La délimitation des zones tropicales humides. Ann. Géogr. **393** : 515-628 (1963).
30. Gokmen Halil. — Türkiyede Orman Agaç ve Agaçciklarinin Yayilisi. Harita Genel Mudürlügü (1962).
30 *bis*. Golgofskaya K. J. — Le Problème des caractères complexes de la végétation montagnarde,... Bot. Journ. Moscou, **49**, 6 : 786-798 (1964).
31. Grebenschikov O. S. — Principaux types d'associations forestières en Grèce. Vsesoy. Geogr. Obs. Isv. **95**, 3 : 253-262 (1963).
32. Grisebach A. — Die Vegetation der Erde, Leipzig (1872).
33. Guinier Ph. — Les glaciations quaternaires et la flore forestière de l'Europe occidentale, *in* Contr. Ét. Infl. Glac. sur la répart. Flores et Faunes. Mém. Soc. Biog. Paris n. s. **2** : 21-27 (1955).
34. Gupta R. K. — Studies on the vegetation of the northwest Himalayas. Thèse Fac. Sc. Univ. Poona (1960).
35. — Flore et végétation comparées des chaînes des montagnes des Himalayas aux Pyrénées. Thèse Fac. Sc. Toulouse (1962).
36. — Contributions to the bibliography of Himalayan Botany (Mns.).
37. — Bio-climatic types of the western Himalayas and their analogous type towards the mountains chains of Alps and Pyrénées. Ind. For. (s. p.).
38. Hedberg O. — Vegetation belts of the east-African mountains. Svensk. Bot. Tidskr. **45** : 140-203 (1951).
39. Hemsley W. B. — The flora of Thibet or High Asia. J. Linn. Soc. Bot. **35** : 124-265 (1902).
40. Heywood V. H. ,Pichi-Sermolli R. E. G. — Proceedings of the second Flora Europaea Symposium. Webbia, **18** : 1-562, très import. doc. bibl. (1963).
41. Humbert H. — La végétation du Grand-Atlas marocain oriental. Bull Soc. Hist. Nat. Afr. Nord. **15** : 147-234, 13 pl. (1924).
42. — La végétation des hautes montagnes de l'Afrique intertropicale. La Terre et la Vie (1931).
43. — Sur un *Senecio* arborescent nouveau ... Bull. Soc. Bot. Fr. **81** : 830-848 (1934).
44. — Zones et étages de végétation dans le sud-ouest de l'Angola. C. R. somm. Séances Soc. Biog. Paris, **147** : 47-51 et **148** : 54-57 (1940).
45. Kitamura S. — Flora of Afghanistan. Kyoto Univ. Publ. (1960).
46. Lavrenko E. M., Sochava V. B. et coll. — Carte géobotanique de l'U.R.S.S., Leningrad (1956) .
47. Lecoq H. — Étude sur la géographie botanique de l'Europe... 8 vol. Paris (1854-1857).
48. Legris P. — La végétation de l'Inde, Écologie et Flore. Tx. Labor. For. Toulouse **5**, 2 : 1-590 (1963).
48 *bis*. Lukanenkova V. K. — Les inversions de température et les caractères spéciaux de la répartition altitudinale de la végétation dans le Pamir méridional. Bot. Journ. Moscou, **50**, 3 : 336-350, 6 fig. (1965).
48 *ter*. Makris C. — Les Types de forêts à *Abies cephalonica* et leur production. Thèse Univ. Nancy (1960).
49. Markgraf F. — Waldstufen im west-Taurus gebiet. Gebot. Inst. Rübel Ver. **33** : 154-164 (1958).
50. Marquand C. V. B. — The botanical collection made by Capt. F. Kingdon ward in the eastern Himalaya and Thibet in 1924-1925. Journ. Linn. Soc. **48** : 149-229 (1929).
51. Medwecka-Kornas A. — Analyse de la limite entre deux étages altitudinaux de

Source : MNHN, Paris

la végétation forestière. Rapp. Comm. 8e Congr. Intern. Bot. Paris, sect. 7-8 : 62-63 (1954).
52. Misra R., Puri G. S. — A manual of Plant-ecology. Dehra-Dun (1954).
53. Ozenda P. — La température et la répartition de la végétation en montagne. Coll. C.N.R.S. sur les régions écologiques du globe. Paris : 295-312 (1954).
53 *bis*. — Biogéographie végétale. 1 vol., 374 pp.. Doin, Paris (1964).
54. Pirson H. — Contribution à la connaissance des végétaux dans l'ouest de l'Himalaya central (en alld.). Hamb. Natw. Ver. Abhandl. u. Verhandl., n. s. **6** : 177-196 (1962).
56. Puri G. S. — Indian forest ecology. Oxford book Comp., New Delhi (1960).
55. Polunin N. — Introduction to Plant Geography. 640 pp., Mac Graw Hill., New York (1960).
57. Quézel P. — Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Encycl. Biog. Ecol. Lechevalier, Paris. 464 pp., Import. bibl. (1957).
58. Radde G. — Reisen und Forschungen im Kaukasus im Jahre 1865. Petermann's Mitt. (1867).
58 *bis*. Rau M. A. — Survey of the high altitude flora of western Himalaya. Abstr. 10e Intern. Bot. Congr. Edinburgh : 454 (1964).
59. Regel C. — Phytogéographie de l'Iraq. Rapp. Comm. 8e Congr. Intern. Bot. Paris sect. 7-8.
60. — — Vegetationszonen u. vegetationstypen in der Turkei. Fedd. Repert. Sp. Nov. Regn. Veg. beih. **138** : 230-282 (1959).
60 *bis*. — — Vegetationszonen u. stufen im Nahen u. Mittleren Orient. Abstr. 10e Intern. Bot. Congr. Edinburgh : 454 (1964).
61. Rikli M. — Das Pflanzenkleid des Mittelmeerlander. Berne (1943-1948).
62. Rol R. — La végétation du nord de l'Elbourz (Iran). C. R. somm. Soc. Biog. Paris, **285** : 19-23 (1956).
63. Rubner K., Reinhold F. — Das naturlich waldblid Europas. P. Parey Vg. Hamburg (1953).
63 *bis*. Sauvage Ch. — Les reliques de la flore tropicale au Maroc. Bull. Soc. Nat. Maroc, **29** : 117-130 (1949).
64. Schimper A. F. W. — Plant geography upon a physiological basis. Weinheim. Bergstr. (1903, repr. transl. 1960).
65. Schwarz O. — Die vegetation verhaltnisse Westanatoliens. Bot. Jahr. **67** : 296-436, 7 pl., 12 cartes, 2 fig. (1936).
66. Schweinfurth U. — Die horizontale und vertikale verbreitung der vegetation im Himalaya. Bonn (1957).
67. Semenov P. — Erforschungsriesen in Iner Asien. Peterm. Mitt. (1858).
68. Shun-Ching L. — Forest Botany in China. Shangai (1935).
69. Sukachev V. V., et coll. — Questions of forest sciences. Acad. Sc. Moscou (1954).
70. Troll G. — Reisen in den ostlichen Anden Boliviens. Peterm. Mitt. 180-188 (1929).
71. — Das Pflanzenkleid des Nanga Parbat. Beibl. z. Vegetations karte 1 /50.000. Wiss. Ver. Mus. f. Landerk., Leipzig n. f. 7 (1939).
72. — Tropical mountains vegetation. Proc. 9e Pac. Sc. Congr. 20 (1958).
73. Van Campo M., Aymonin G., Guinet Ph., Rognon P. — Contribution à l'étude du peuplement végétal quaternaire des montagnes sahariennes : l'Atakor. Pollen et Spores **6**, 1 : 169-194 (1964).
74. Van Steenis C. G. G. J. — On the origin of the Malaysian mountain Flora. Pt. II · Altitudinal zones, general considerations and renewed stattement of the problem. Buitenz. Bot. Gard. Bull. ser. 3, **13** : 249-417 (1935).
75. Vidal J. — Conditions écologiques, groupements végétaux et Flore du Laos. Bull. Soc. Bot. Fr., Mém. **37** : 4-41 (1958).
76. — Les forêts du Laos. Bois For. Trop. **70** : 5-21 (1960).
77. Wahlenberg G. — Flora carpathorum principalium. Gottingae (1914).
78. Webester G. L. — The altitudinal limits of vascular plants. Ecology **42**, 3 : 587-590 (1961).
79. Wissmann H. von. — Die Klima und Vegetationsgebiete Eurasien. Zeitschr. Ges. f. Erdkunde, Berlin (1939).

Source : MNHN, Paris

DEUX *PAURIDIANTHA* ENDÉMIQUES NOUVEAUX DES MONTAGNES AFRICAINES

(RUBIACEAE-MUSSAENDEAE-UROPHYLLEAE)

par Nicolas Hallé

Le genre africain *Pauridiantha* comprend près de 30 espèces dont plusieurs sont connues comme endémiques insulaires ou montagnardes :

P. Lyalli (Baker) Bremek., à Madagascar.
P. Camposii (G. Taylor) N. Hallé [1], à San-Thomé.
P. insularis (Hiern) Bremek., à San-Thomé [2].
P. bulaguensis (De Wild.) Bremek., du Ruwenzori.
P. micrantha (Hiern) Bremek., des Monts de Cristal.
P. venusta N. Hallé [3], des Monts de Cristal.
P. paucinervis (Hiern) Bremek., des Monts Cameroun et de Fernando-Po.

Dans les collections du Muséum de Paris et du Jardin Botanique de Bruxelles [4], nous avons découvert deux nouvelles endémiques montagnardes appartenant à ce genre. Ces deux espèces présentent des affinités particulières avec l'espèce type du genre, le *Pauridiantha canthiiflora;* toutes les trois sont cependant bien distinctes morphologiquement et bien isolées géographiquement. *P. canthiiflora* Hook.f. [5], avec ses fleurs courtes, à style glabre, avec ses feuilles à médiane glabre sur la face supérieure, est localisé au SE Nigeria, Cameroun et Gabon [6]; il paraît absent des massifs montagneux et nous ne connaissons aucune récolte ayant été faite au-dessus de 700 m d'altitude. La première des deux nouvelles espèces est de la région des Monts Nimba (6 récoltes faites

1. **P. Camposii** (G. Taylor) N. Hallé Comb. nov. : bas. *Urophyllum Camposii* G. Tayl. in Exell, Cat. Vasc. Pl. S. Tomé : 202 (1944).

2. Les spécimens de Mildbraed 6574 et 6678 d'Annobon, appartiennent non pas à cette espèce (Bremek. 1940), mais à *P. floribundum* (K. Schum. et K. Kr.) Bremek., suivant G. Taylor (in Exell 1944).

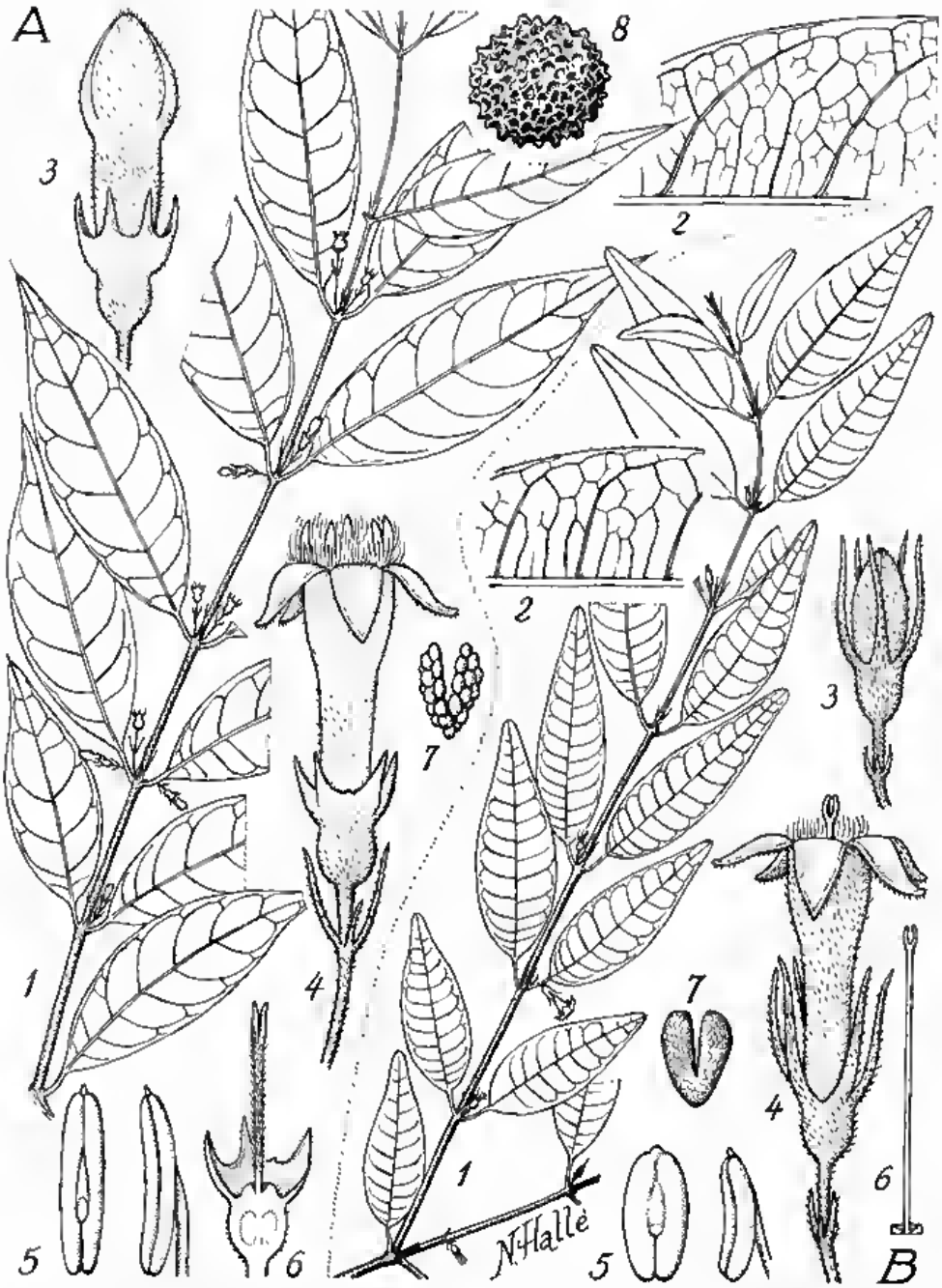
3. *Nomen nudum* se rapportant à l'échantillon N. Hallé 894 : description à paraître dans la Flore du Gabon.

4. Nos remerciements s'adressent spécialement à MM. W. Robyns, Directeur, et E. Petit, sous-directeur, qui ont favorisé nos recherches.

5. Type : Mann 167 de Fernando-Po (P ex K, vu).

6. Les échantillons congolais déterminés ou cités comme *P. canthiiflora* nous paraissent plutôt se rapporter à *P. pyramidata* (K. Krause) Bremek. : cf. De Wild., Pl. Bequaert. **3** : 153 (1925) et Bremek., Bot. Jahrb. **71** : 210 (1940).

Source : MNHN, Paris



Pl. 1. — **A**, *Pauridiantha Schnellii* N. Hallé (Schnell n° 2939 saul 8 n° 3719). **B**, *Pauridiantha Pierlotii* N. Hallé (Pierlot 2661). — **1**, rameau florifère × 3/4 ; **2**, détail de nervation foliaire; **3**, bouton; **4**, fleur × 7 env.; **5**, anthère dos et profil × 15; **6**, style; **7**, un placenta garni de ses ovules; **8**, graine × 20.

Source : MNHN, Paris

vers 1 300-1 600 m). La seconde est de la région du Kivu (deux récoltes aux environs de 2 000 m).

Malgré l'isolement géographique des trois espèces, leurs caractères sont si distincts et si constants que la création des deux nouvelles espèces nous paraît solidement justifiée; leur parenté avec *P. canthiiflora* se manifeste par la similitude de l'aspect général et par quelques caractères communs de valeur subgénérique : disposition des fleurs, pubescence externe de la fleur, présence des petites domaties foliaires axillaires. Outre l'isolement génétique, les trois espèces sont adaptées à des conditions écologiques bien distinctes.

Signalons que ce genre *Pauridiantha* paraît être un matériel de choix pour une future étude de biosystématique aidée de la cytologie. En plus des endémiques décrites ou citées, ce genre comporte beaucoup d'espèces très diversifiées. Les temps de germination des graines, fréquemment assez courts chez les *Mussaendeae* (F. Hallé 1961), ne sont pas connus, et l'on ignore tout des plantules. Mais le seul nombre chromosomique donné pour une espèce du genre [7] (2n = 18, Mangenot 1957), est relativement petit, alors que chez les autres *Mussaendeae* d'Afrique ce nombre varie de 36 à 70 (F. Hallé, 1961). Nous attirons donc tout spécialement l'attention des cytotaxonomistes sur les *Pauridiantha* dont l'étude biogéographique paraît prometteuse.

Pauridiantha Schnellii N. Hallé sp. nov. (Pl. 1, A).

Aff. *P. canthiiflorae* Hook. f., sed calyce valde cupulato, corollae tubo longiore, stylo puberulo, nervo mediano superne puberulo, differt.

Frutex ramosus ramis gracilibus, internodiis puberulis. Stipulae lineares 3-6 mm longae. Petiolum 3-5 mm longum, puberulum. Lamina glabra elliptica (20) 30-65 × (8) 10-22 (26) mm, basi cuneata, apice lanceolata ad extremum mucronato-caudata. Nervi secundarii 6-8 utrinque, valde ascendentes et arcuati. Flores axillares solitarii vel bini, pedicello puberulo, 3-6 mm longo, ad medium 2 prefoliis linearibus 1-2 mm longis munito. Calyx supra ovarium cupulatus vix puberulus 5 dentatis, dentibus 0,5 mm longis. Corolla minute puberula 5-6 mm longa, lobis in alabastro 5 valvatis. Antherae 1,5 mm longae, apiculatae, filamento 1 mm longo. Stylus 2,5 mm longus (forma brevistyla) manifeste puberulus. Stigma furcatum 0,7-0,8 mm longum. Discus glaber. Ovarium biloculatum. Placenta alte bilobata 0,6 mm longa multiovulata. Fructus globosus in sicco 4 mm in diametro. Semina (47 in singulo fructu) subgloboïdea, 0,8-0,9 mm, fulva microechinulata.

Type : R. Schnell 2939 (P), Monts Nimba (fl., juin 1945). — Autres spécimens étudiés (tous de R. Schnell, Guinée ex-Française, P) : 497, 2992, 3399, 3719 et 3839 (ce dernier numéro se rapporte à une forme rabougrie à petites feuilles), Monts Nimba, 1 300-1 600 m, galeries forestières et lisières de forêt « montagnarde » à *Parinari* et *Syzygium* (j. bout. en

7. *P. Afzelii* (Hiern) Bremek., mais il s'agit peut-être en fait du *P. sylvicola* (Hutch. et Dalz.) Bremek. : cf. N. Hallé, Adansonia 4 : 237, note 6 (1964).

Source : MNHN, Paris

fév.; fl. en juin; fin de fl. août; fin de fl. et fr. en sept. et oct.); 2701, massif du Ziama (fl. mai).

Parmi ces exsiccata, les numéros 3399, 3719 et 3839 ont déjà été mentionnés par R. Schnell (1952) comme appartenant à l'espèce *P. canthiiflora* sous le nom d'*Urophyllum canthiiflorum* (Hook.f.) Hutch. et Dalz. Ces références n'ont pas été signalées dans la 2e éd. de la Flora of West Trop. Afr. où Hepper a bien indiqué Oban (SE du Nigeria) comme la localité la plus occidentale de l'espèce.

Autre échantillon cité par R. Schnell et non vu : Schnell 981, Nimba.

Pauridiantha Pierlotii N. Hallé sp. nov. (Pl. 1, B).

Aff. *P. canthiiflorae* Hook. f., sed calyce longissime lobato non cupulato, corollae tubo longiore, nervo mediano superne puberulo, nervis secundariis multis, differt.

Frutex erectus 1-2 m altus, ramis gracilibus, internodiis puberulis. Stipulae lineares 4-5 mm longae. Petiolum 2-4 (6) mm longum puberulum. Lamina glabra elliptica 25-45 × 8-13 mm, basi cuneata, apice sublanceolata ad extremum obtusa mucronataque. Nervi secundarii 9-15 utrinque, vix ascendentes et vix arcuati; nervus marginalis paulo pubescens. Flores albi axillares solitarii, raro 2-fasciculati, pedicello puberulo 1,5-3 mm longo, ad medium prefoliis 2 brevibus linearibus munito. Calyx pubescens, lobis (4) 5 subulatis, subaequalibus, 2,5-3 mm longis. Corolla extus puberula 6 mm longa, tubo 4,5 × 2 mm, lobis (4) 5, 1,5 -2 mm longis. Antherae 1 mm longae, subsessiles, biloculatae, microapiculatae. Stylus 6 mm longus (forma longistyla). Stigma furcatum 0,5 mm longum. Discus glaber vix 1 mm in diametro. Ovarium biloculatum. Placenta alte bilobata, 0,6 mm longa, multiovulata.

Fruit non vu. Deux galles observées, semblables à des fruits, de 4,5 mm de diam., portant entre les sépales, la corolle réduite avortée.

Type : R. Pierlot 2661 (BR), forêt de la Tshinganda, km 42 route Kavumu — Walikale, alt. 1 925 m, pente 5 % (fl. 19 nov. 1958). — Autre spécimen (BR) : R. Pierlot 1 340, km 41 de la même route, alt. 2 100 m, pente 30 % (fl. et galles, 12 août 1956).

Références

C. E. B. Bremekamp. — Botan. Jahrb. **71** : 200-227 (1940).
A. W. Exell. — Cat. Vasc. Pl. S. Tomé, éd. Brit. Mus., London (1944).
F. Hallé. — Adansonia **1** : 266-298 (1961).
N. Hallé. — Note sur les Urophyllées d'Afrique, Adansonia **4** : 233-238 (1964).
F. N. Hepper. — Hutch. et Dalz., Flora of W. Trop. Afr. ed. 2, **2** : 168 (1963).
R. Schnell. — Végétation et Flore de la région montagneuse du Nimba, Mém. I.F.A.N. Dakar n° 22 : 507 (1952).

Source : MNHN, Paris

UN NOUVEAU *DORSTENIA (MORACEAE)* EN CÔTE D'IVOIRE

par J. L. Guillaumet
Chargé de Recherche O.R.S.T.O.M.
Laboratoire de Botanique — Adiopodoumé

Le genre *Dorstenia* est, dans le sud-ouest de la Côte d'Ivoire, entre bas Sassandra et bas Cavally, représenté par 4 espèces. Deux étaient déjà connues :

D. Smythei Sprague, un peu partout en forêt;

D. Embergeri Mangenot, abondant dans une cacayoère du village de Taté sur la rive gauche du Cavally, à quelques 45 km de la mer (J.L.G. n° 821). L'aire de cette espèce est très dispersée, elle n'était antérieurement connue que de la forêt du Banco près d'Abidjan et de celle de Niegré près de Sassandra (L. Aké Assi : Contribution à l'étude floristique de la Côte d'Ivoire et de territoires limitrophes — Thèse, 1961).

Les deux autres sont spéciales au Sud-Ouest ivoirien :

D. turbinata Engl., assez commun en sous-bois de forêt et le long des chemins.

Cette espèce est signalée du Cameroun; un échantillon non déterminé de Côte d'Ivoire figure dans l'herbier du Muséum de Paris (Thoiré, 1901, sans n°, San Pedro). C'est un sous arbrisseau d'environ 1 m de haut, son réceptacle est remarquable avec ses 3 ou 4 grands appendices pouvant atteindre 2 à 3 cm.

Échantillons :

J.L.G. 1079 — Forêt pélohygrophile au nord de la route Tabou — Pata — Idié. 15 décembre 1961.

J.L.G. 1140 — Entre Borrou et Pata. Canton Tahoux. Sous-préfecture de Néromer. 19 janvier 1962.

J.L.G. 1570 — Bord de piste en brousse secondaire. Entre Soklodoba et le Cavally, Grabo. 18 août 1962.

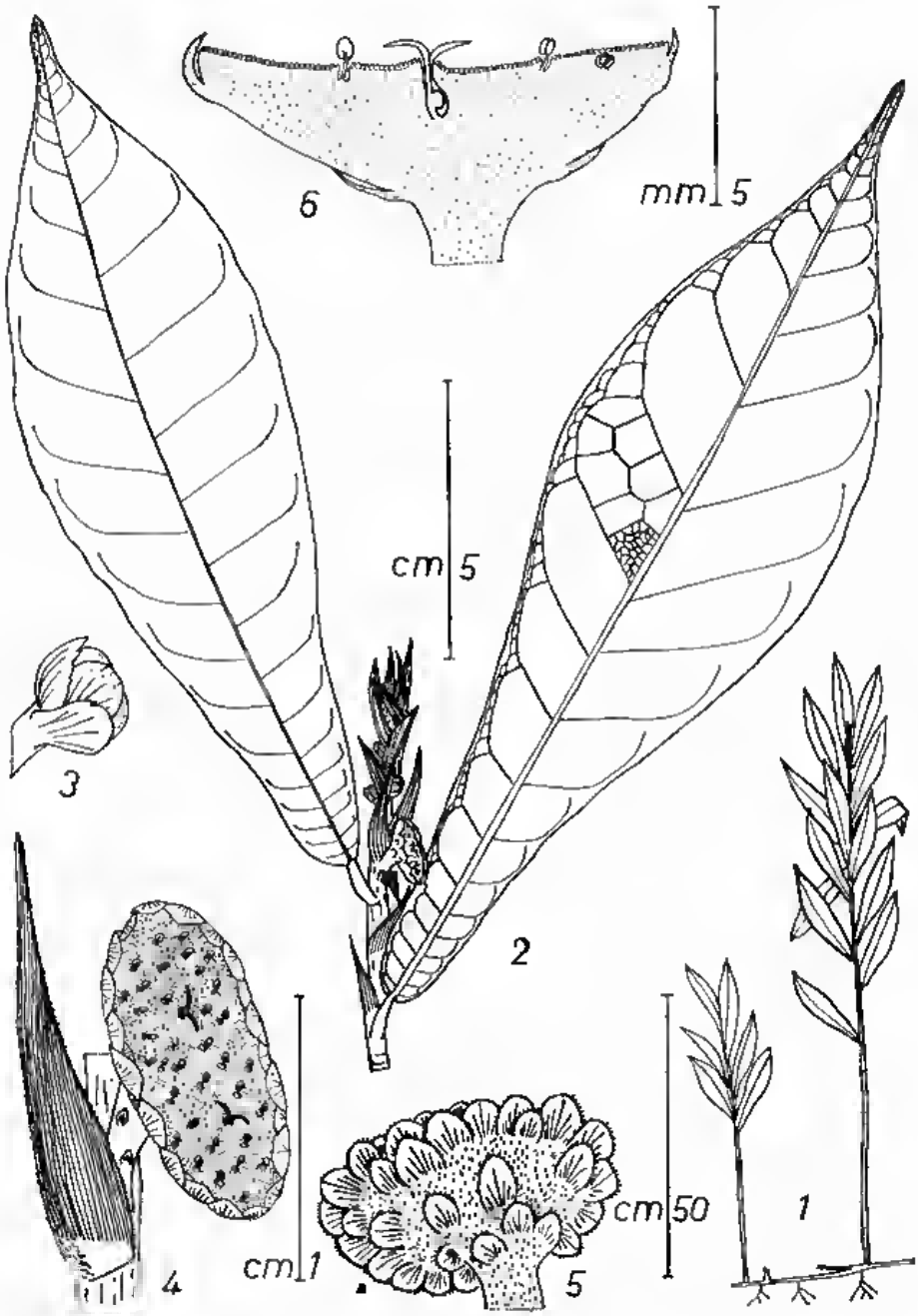
La quatrième espèce est nouvelle :

Dorstenia Djettii sp. nov.

Fruticosa 1 m alta, glabra, inferne lignosa defoliata, superne dense foliosa. Stipulae lanceolatae, chartaceae, rufae, in longitudine tenuiter striatae, in externo pulvinatae, in margine ciliatae, imbricatae ad extremum ramorum, caducae, 10-15 mm longae, 3-5 mm latae. Folia rigida, glabra, supra obscura, infra pallens viride, 15-22 cm longa, 5-8 cm lata, obovato-elongata, ad basim obtuso-rotunda, acumen acutum, 15-20 mm longum. Nervi laterales 15-20. Petiolus crassus, pulvinatus, 5-10 mm longus. Receptaculus suborbiculatus, circa 1 cm rotundus, solitarius in axillis stipularum, breviter

Source : MNHN, Paris

pedunculatus, pedunculus pubescens, extra bractae squamosae imbricatae minutissime pubescentae. Flores femini 2-8, inter masculos dispositi, stylus bifidus. Flores masculi numerosi, in toto receptaculo dispersi, stamina 3. Fructus incognitus.



Pl. 1. — *Dorstenia Djellii* J. L. Guillaumet (type : n° 744 J.L.G.) : **1**, port général de la plante; **2**, extrémité d'un rameau; **3**, jeune réceptacle floral; **4**, stipule et réceptacle floral; **5**, face inférieure du réceptacle floral; **6**, coupe du réceptacle floral.

Source : MNHN, Paris

Échantillons :

J.L.G. 744 — Forêt pélohygrophile. Périphérie de bas-fond humide à *Mascalocephalus dinklagei*. 5 km est de Pata-Idié. Environs de Tabou. le 25 juillet 1961 (Herb. P, ABI, Type).
J.L.G. et F. Doumbia 318 — Forêt le long de la Néka. Est de Néka. 80 km nord de Tabou. Janvier 1961.
J.L.G. et F. Doumbia 358 — Forêt entre la Néka et Bredou (ancien village). 80 km N.-N.E. de Tabou. Janvier 1961.
J.L.G. 847 — Forêt entre la route de Fété et le Cavally, sur le pourtour d'un peuplement à *Mascalocephalus dinklagei* et *Mapania* div. sp. Grabo. 30 juillet 1961. (Herb. ABI, BR, K).
J.L.G. et G. Cremers (1811 — Même localité que J.L.G. 744. 11 avril 1964 (Herb. ABI, BR, K).
M. M. Debray. — Même localité que J.L.G. 318 (Herb. ABI).

Je dédie cette espèce à la mémoire de G. Djett Kehy, aide de laboratoire à l'Institut d'Adiopodoumé qui m'avait si souvent accompagné dans le Sud-Ouest avant de trouver la mort dans un accident au retour d'une tournée botanique.

Ce *Dorstenia* figurait déjà dans la 2e édition de la « Flora of West Tropical Africa », Vol. 1, partie 2, page 597, comme « D. sp. A », d'après le nº 3186 de C. Vigne collecté à Ankassa F.R. au Ghana en décembre 1933. Deux parts existent dans l'herbier de Kew, la seconde portant deux réceptacles. Une détermination de R. W. J. Keay du 12 mars 1955 indique : « *Dorstenia* sp.? nov. nr *D. elliptica* Bureau ». Cette espèce est en effet à rapprocher du *D. elliptica* Bureau (= *D. frutescens* Engl.) du massif forestier africain équatorial, mais elle s'en distingue par un certain nombre de caractères très nets :

	D. Djettii	*D. elliptica*
Stipules	triangulaires lancéolées 10 à 15 mm de long sur 3 à 4 de large à la base	très étroites subulées 7 à 10 mm sur 1,5 mm
	brunes	vertes
	pubescentes sur la face externe	glabres
	ciliées sur les bords	non
	toujours caduques	plus ou moins persistantes
Feuilles	base obtuse arrondie	atténuée en pseudo-pétiole
Nervures	Réseau interne très saillant	peu saillant
Jeunes rameaux et pétioles	glabres	pubescents
Réceptacle floral	très écailleux à l'extérieur	peu écailleux

Source : MNHN, Paris

La nouvelle espèce se distingue aisément des trois autres *Dorstenia* de Côte d'Ivoire : comme les *D. Smythei* et *D. turbinata* c'est un sous arbrisseau érigé mais à réceptacles sans appendices. Il est étroitement localisé autour des cuvettes humides et bas-fonds à *Mascalocephalus dinklagei* et *Mapania* div. sp., où grâce à ses racines traçantes il peut former des peuplements importants.

Source : MNHN, Paris

ANATOMIE DES RHOPALOCARPACÉES

par J. Huard

A. INTRODUCTION

La famille des Rhopalocarpacées endémique de Madagascar est représentée par deux genres actuels : *Rhopalocarpus* Bojer (= *Sphaerosepalum* Baker, 13 espèces) et *Dialyceras* R. Capuron (1 espèce). Elle a fait récemment l'objet d'une description morphologique et d'une révision systématique détaillées (R. Capuron, 1962).

Le présent travail comprend la description anatomique de la fleur, de l'insertion foliaire, de la feuille, des structures libéro-ligneuses (branches et troncs) de différentes espèces des deux genres, ainsi qu'une étude microchimique sommaire des principaux contenus cellulaires.

B. LA FLEUR

Réf. : *Rhopalocarpus lucidus* Bojer, 7928 RN; R. *Louvelii* (P. Danguy) R. Capuron, 17723 SF; *R. alternifolius* (Baker) R. Capuron, 16016 SF.

Ces trois fleurs étant très semblables, seul le cas de *Rhopalocarpus lucidus* Bojer espèce type du genre sera envisagé (Pl. 1, fig. 1-9). La fleur bâtie sur le type 4 se compose de 2 sépales externes, 2 sépales internes, 4 pétales alternisépales, *n* étamines insérées sur deux à trois rangs, 2 (à 4) carpelles épisépales; le gynophore porte un disque.

La description anatomique de cette fleur repose sur l'étude de coupes sériées effectuées après inclusion dans la paraffine et colorées par la safranine.

Le pédoncule floral possède dans sa partie distale (Pl. 1, fig. 1) un système cribro-vasculaire continu et quadrangulaire dont les principales étapes de formation sont représentées pl. 1, fig. 2-9 :

Fig. 2 (coupe située à 1 000 μ au-dessus de la coupe 1) : arrivée des 4 traces sépalaires dans 4 lacunes apparues aux angles du système cribro-vasculaire.

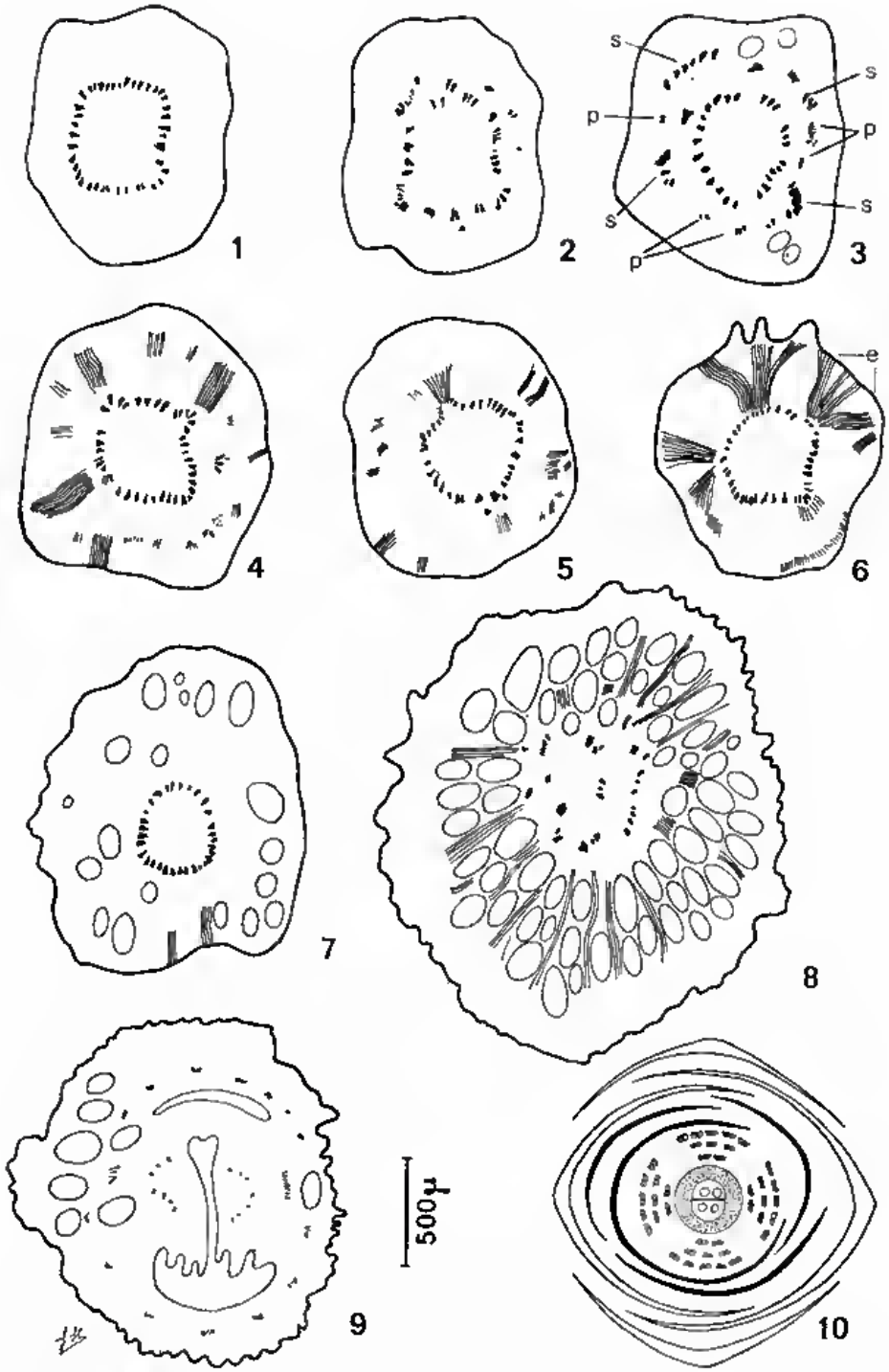
Fig. 3 (à 2640 μ de 2) : entre les traces sépalaires (s) bien individualisées apparaissent en alternance les traces pétalaires (p) moins importantes.

Fig. 4 (à 1050 μ de 3) : arrivée presque simultanée des traces sépalaires et pétalaires dans le réceptacle floral.

Fig. 5 (à 270 μ de 4) : Incorporation au système cribro-vasculaire des traces staminales épisépales (e).

Fig. 6 (à 180 μ de 5) : trajet des traces provenant des 4 phalanges d'étamines.

Source : MNHN, Paris



Pl. I. — Fleur de *Rhopalocarpus lucidus* Bojer, 7928 RN : **1–9**, coupes transversales (texte p. 105-106); **10**, diagramme floral.

Source : MNHN, Paris

Fig. 7 (à 180 μ de 6) : A ce niveau arrivent encore quelques traces vasculaires provenant des étamines supérieures situées immédiatement au-dessous du disque, région où apparaissent déjà de nombreuses poches sécrétrices.

Fig. 8 (à 2500 μ au dessus de 7) : le système cribro-vasculaire a perdu sa forme régulière par anastomoses des traces carpellaires. Cette zone est abondamment vascularisée; les faisceaux ont une disposition analogue à celle des traces staminales (fig. 6). La présence d'une riche vascularisation permet de penser que le disque provient de la modification d'un cycle interne et épipétale d'étamines, interprétation respectant la disposition alterne des différents cycles de pièces florales. Ces faisceaux ne proviennent pas des protubérances situées à la périphérie du disque, de nature exclusivement épidermique (cellules allongées radialement et recloisonnées tangentiellement). Tous ces tissus sont très mucilagineux et riches en substances brun rouge.

Fig. 9 (à 810 μ de 8) : disposition épisépale des deux carpelles.

En conclusion il est possible d'établir le diagramme de la fleur de *Rhopalocarpus lucidus* Bojer (Pl. 1, fig. 10) et de préciser sa formule florale :

cycles épisépales :	(2 + 2) S	4 phal. E	2 (4) C
cycles épipétales :	4 P	(disque)	

C. LES FEUILLES

Les feuilles alternes ont un pétiole renflé à sa base et près du limbe *(Rhopalocarpus)*; les stipules bien développées sont soudées en une lame intrapétiolaire unique et caduque. La nervation assez variable à l'intérieur de la famille correspond à 3 types principaux :

— Feuilles penninerves : *Rhopalocarpus lucidus* Bojer, *R. alternifolius* (Baker) R. Capuron, *Dialyceras parvifolium* R. Capuron, *D. parvifolium*, fa. *discolore* R. Capuron.

— Feuilles triplinerves : *Rhopalocarpus Louvelii* (P. Danguy) R. Capuron.

— Feuilles d'un type intermédiaire : *Rhopalocarpus binervius* R. Capuron.

Les coupes transversales ont été effectuées à différents niveaux du pétiole et du limbe, mais c'est à la base du renflement proximal du pétiole (quand il existe) que les structures sont les plus stables et comparables d'une espèce à l'autre (*section basilaire* de Sinnot, 1914).

1. **Rhopalocarpus lucidus** Bojer.

Réf. : 4308 SF, 19064 SF, échantillon figuré : 10772 SF.

Le petiole (Pl. 2, fig. 6) a une section arrondie (diamètre 1500 μ) dans sa région moyenne et aplatie à la partie supérieure dans sa région distale.

Source : MNHN, Paris

La zone corticale est formée d'un parenchyme à grandes cellules (45 μ de diamètre) avec méats, et contient d'abondants cristaux d'oxalate de calcium; certaines cellules de plus grande taille renferment des substances brun rouge (régions inférieure et latérales du pétiole).

La chaîne fibro-vasculaire (xylème, phloème et fibres périlibériennes) dans la région moyenne du pétiole est simple, annulaire, composée de petits massifs libéro-ligneux juxtaposés et coiffés par une calotte externe de fibres. Les fibres aplaties radialement ont une lumière étroite ou même virtuelle (diamètre tangentiel moyen : 13 μ (7-20 μ). Le parenchyme libérien contient d'abondants cristaux prismatiques d'oxalate de calcium. A la base du pétiole la chaîne fibro-vasculaire prend la forme d'un U très ouvert et se fragmente en trois parties : 1 médiane très importante et 2 latérales. Dans la région distale la chaîne fibro-vasculaire est annulaire aplatie à sa partie supérieure.

La région médullaire est occupée, à la base du pétiole par de petites cellules de parenchyme isodiamétriques. Dans la région distale la moelle devient très hétérogène et se compose alors de petites cellules périphériques (diamètre : 15 μ) et d'une dizaine de grandes cellules centrales (diamètre : 45 μ) bourrées de substances rouge brun.

La nervation : En coupe transversale la nervure principale garde la même forme que dans la partie distale du pétiole mais ne présente plus de formations secondaires. Les calottes de fibres plus volumineuses confluent dans la partie supérieure de la coupe où elles entourent de petits îlots de phloème. Toutes les cellules de parenchyme cortical de la nervure principale renferment des substances brun rouge donnant à celle-ci un aspect extérieur brun noir. Au niveau de cette nervure médiane se trouve une assise sous-épidermique de cellules de section carrée (25 μ de hauteur) avec çà et là des poches sécrétrices de 45 μ de diamètre,comparables à celles de *Rhopalocarpus Louvelii* (Pl. 3, fig. 6).

Le limbe présente en coupe, de l'épiderme supérieur à l'épiderme inférieur : une assise de cellules de parenchyme palissadique, (hauteur : 40 μ, largeur : 8-9 μ) parmi lesquelles des poches sécrétrices de forme arrondie (diamètre : 40 μ environ), 2 à 3 assises de parenchyme palissadique de hauteur décroissante, puis 2 à 3 assises de cellules de parenchyme de section rectangulaire ou carrée. Les stomates de type *renonculacéen* ou *anomocytique* (C.R. Metcalfe et L. Chalk, 1950) ne se rencontrent qu'à la face inférieure des feuilles (Pl. 3, fig. 1-2), à raison de 240 par millimètre carré. L'indice stomatique (rapport du nombre de stomates au nombre total de cellules épidermiques et stomatiques) est égal à 0,2. Le limbe est dépourvu de poils épidermiques.

2. **Rhopalocarpus alternifolius** (Baker) R. Capuron.

Réf. : 18293 SF, échantillon figuré : 16016 SF.

Cette feuille diffère de celle de *Rhopalocarpus lucidus* Bojer surtout par sa taille.

Source : MNHN, Paris

Le pétiole a une section d'environ 3000 × 4000 μ. Au niveau de la section basilaire (Pl. 2, fig. 10) son parenchyme cortical est très riche en poches sécrétrices de contour légèrement ovale (surtout dans les régions latérales et inférieure du pétiole). La chaîne fibro-vasculaire circulaire comporte d'importantes formations secondaires, mais peu ou pas de fibres libériennes.

La nervure principale présente à son pourtour (Pl. 2, fig. 9) de nombreuses poches sécrétrices. La chaîne fibro-vasculaire concave dans sa partie supérieure est creusée de deux lacunes latérales dans lesquelles se jettent les nervures de deuxième ordre.

Le limbe est limité par un épiderme supérieur, à cuticule épaisse, bordé par une assise sous-épidermique contenant d'abondantes mâcles en oursins de cristaux d'oxalate de calcium. Le parenchyme palissadique n'occupe que la moitié supérieure du limbe; il renferme d'importantes poches sécrétrices. L'épiderme inférieur seul possède des stomates de type anomocytique au nombre de 230 par millimètre carré (indice stomatique : 0,13).

3. **Rhopalocarpus binervius** R. Capuron.

Réf. : échantillon figuré : 15942 SF (feuille binervée).

Les feuilles de cette espèce peuvent être 1, 2 ou trinervées.

Le pétiole (Pl. 2, fig. 8) a une section basilaire très comparable à celle de l'espèce précédente. Vers la région distale la chaîne fibro-vasculaire se fragmente pour donner naissance à deux nervures d'importance presque égale.

Le limbe (Pl. 2, fig. 7) est riche en poches sécrétrices (40 par millimètre carré de tissu palissadique). L'épiderme inférieur possède de 250 à 300 stomates de type anomocytique par millimètre carré (indice stomatique : 0,15).

Cette feuille a une organisation très voisine de celle de *R. alternifolius* (Baker) R. Capuron.

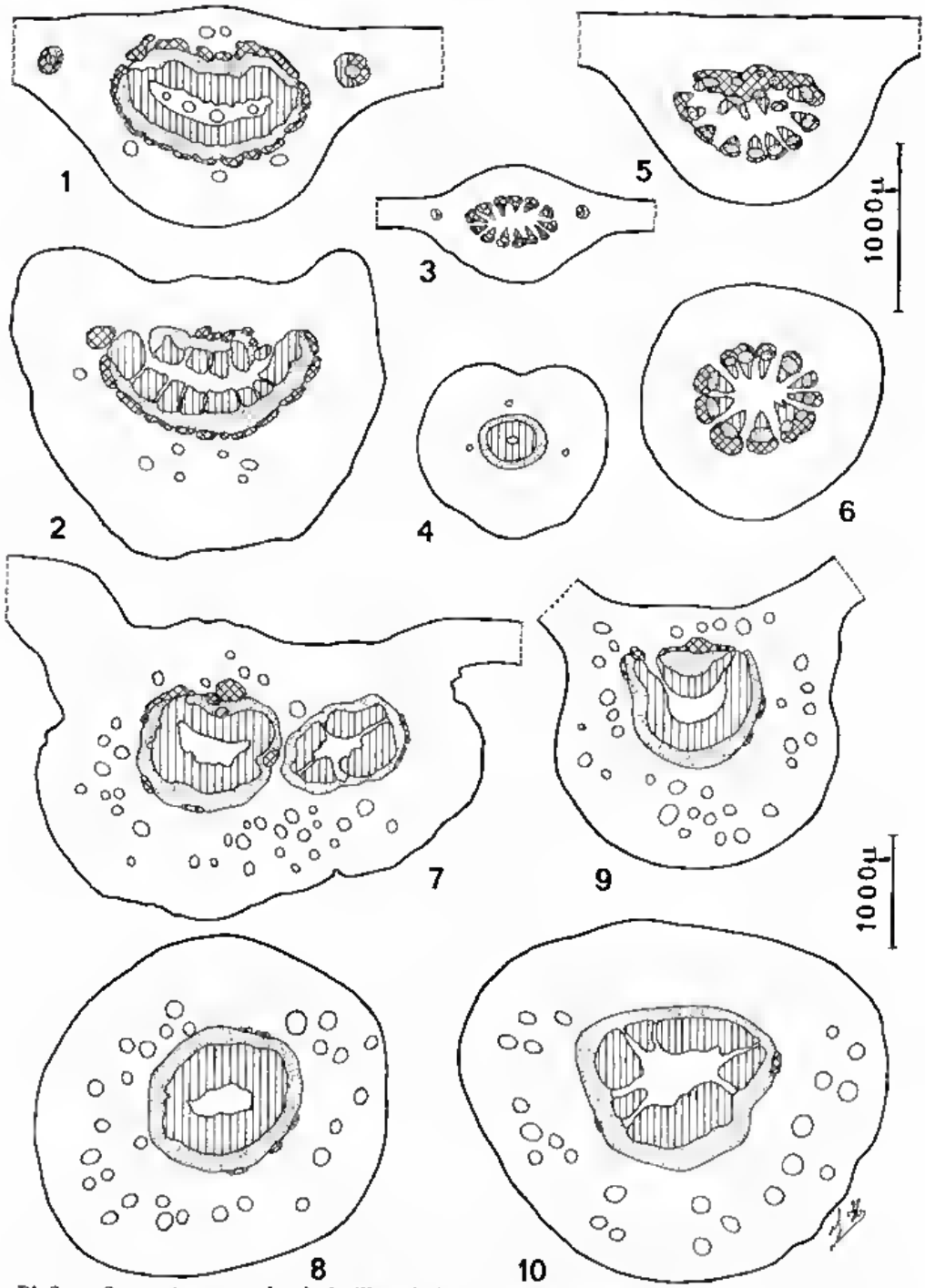
4. **Dialyceras parvifolium** R. Capuron.

Réf. : échantillon figuré : 16431 SF.

Le pétiole (Pl. 2, fig. 4) ressemble parfaitement à celui de *Rhopalocarpus lucidus* Bojer. Il porte des poils unicellulaires allongés; sa section mesure 1000 μ de diamètre. Les poches sécrétrices augmentent de taille de la partie distale à la région proximale où elles atteignent 70 μ de diamètre.

Le limbe (Pl. 2, fig. 3) est peu épais (200 μ) et *dépourvu de parenchyme palissadique*. Le parenchyme diffus contient d'assez nombreuses poches sécrétrices de 40 μ de diamètre. L'épiderme inférieur mince porte des stomates de type anomocytique au nombre de 200 par millimètre carré (indice stomatique : 0,13).

Source : MNHN, Paris



Pl. 2. — Coupes transversales de feuilles : **1, 3, 5, 7, 9,** au niveau du limbe ; **2, 4, 6, 8, 10,** section basilaire de Sinnot. — **1, 2,** *Dialyceras parvifolium* R. Capuron fa. *discolore*, 7777 SF ; **3, 4,** *D. parviflorum* R. Capuron, 16431 SF ; **5, 6,** *Rhopalacarpus lucidus* Bojer, 10772 SF ; **7, 8,** *R. binervius* R. Capuron, 15942 SF ; **9, 10,** *R. alternifolius* (Baker) R. Capuron, 16016 SF.

Source : MNHN, Paris

5. **Dialyceras parvifolium** R. Capuron, fa. **discolore**.

Réf. : échantillon figuré : 7777 SF.

Le pétiole (Pl. 2, fig. 2) porte des poils unicellulaires effilés, longs de 150 à 200 μ, insérés au fond de cryptes profondes d'environ 50 μ, produites par l'invagination de l'épiderme. La région médullaire de la *nervure principale*, présente des poches sécrétrices de grande taille (80-100 μ).

Le limbe (Pl. 2, fig. 1) est épais de 350 μ. Sous l'épiderme supérieur (30 μ) se trouvent 2 à 3 assises de parenchyme palissadique. L'épiderme inférieur porte 170 stomates par millimètre carré (indice stomatique : 0,09).

6. **Rhopalocarpus Louvelii** (P. Danguy) R. Capuron.

Réf. : 2801 RN, échantillon figuré : 17723 SF.

Cette feuille est parcourue par trois nervures d'égale importance (Pl. 3, fig. 5).

Le pétiole (Pl. 3, fig. 5_2) a une longueur moyenne de 10 mm et une section transversale de 2,5 × 3 mm environ. Il porte des poils unicellulaires allongés (Pl. 3, fig. 7). Le parenchyme cortical est riche en cellules contenant des mâcles en oursins d'oxalate de calcium et en poches secrétrices de grande taille (150 μ) (Pl. 3, fig. 6). La chaîne fibro-vasculaire circulaire (Pl. 3, fig. 5_1) se scinde dans la région distale du pétiole en trois nervures principales; au niveau de la nervure médiane elle devient très complexe par la présence d'îlots de phloème à polarité inversée. Une lacune importante creuse la région médullaire.

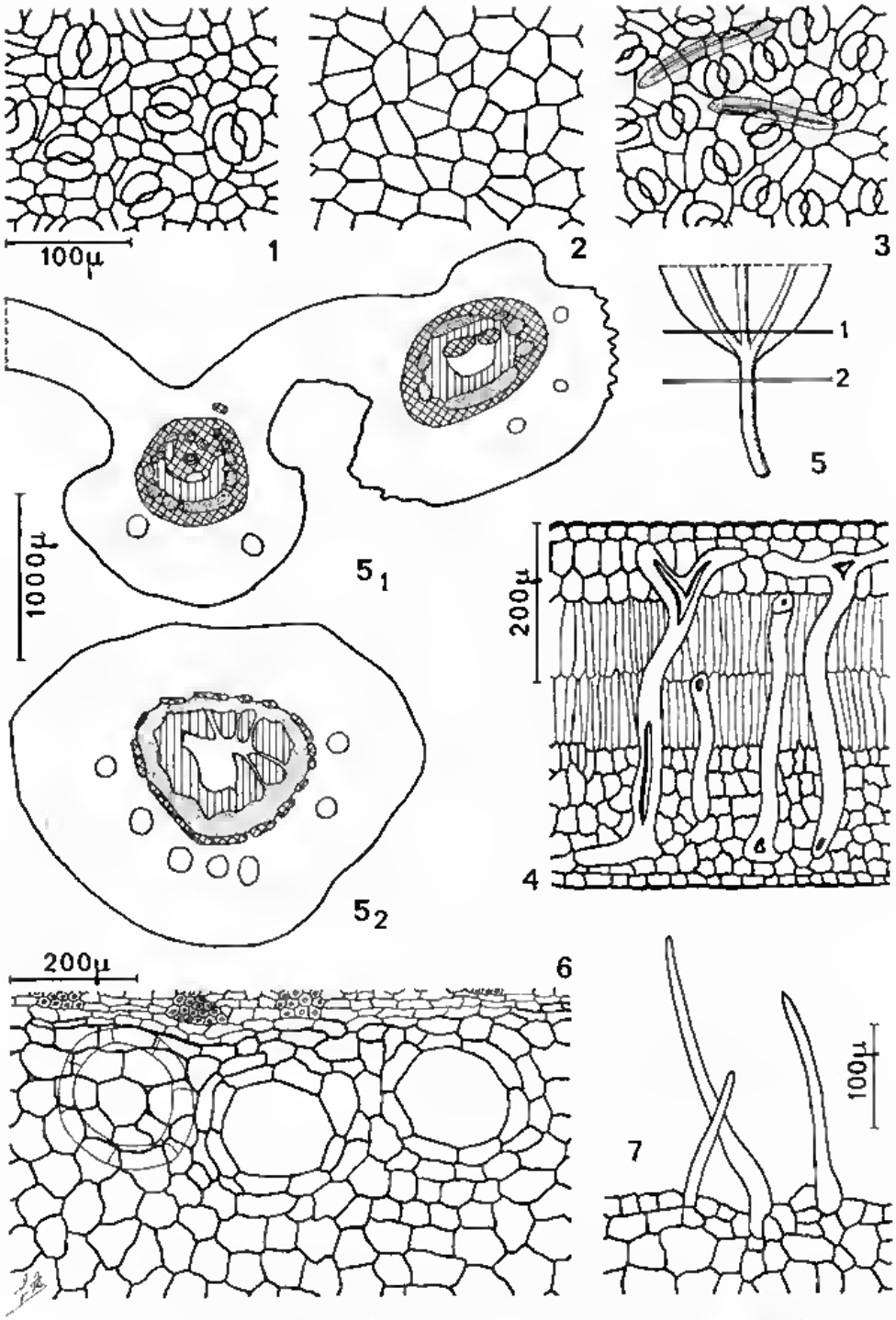
Le limbe foliaire a une épaisseur de 400 μ. Les cellules de l'épiderme supérieur, cubiques, hautes de 20 μ ont une cuticule épaisse de 5 μ. Le parenchyme palissadique se trouve fréquemment dissocié par les nervures de 2e et de 3e ordre ainsi que par d'importantes *sclérites* (Pl. 3, fig. 4) allongées dorsoventralement et ramifiées à leurs extrémités; ces ramifications s'insinuent à travers les cellules de parenchyme jusqu'au contact de l'assise épidermique sous laquelle elles sont visibles par transparence (Pl. 3, fig. 3). Les sclérites n'ont été rencontrées que dans la présente espèce. Les cellules d'une assise sous-épidermique contiennent chacune plusieurs mâcles en oursins de cristaux d'oxalate de calcium. L'épiderme inférieur est mince, à fine cuticule (2 à 2,5 μ) et comporte d'assez nombreux stomates (350 par millimètre carré — indice stomatique : 0,2).

D. L'INSERTION FOLIAIRE

Elle est étudiée chez deux espèces : *Rhopalocarpus lucidus* Bojer, 19064 SF, et *Dialyceras parvifolium* R. Capuron, 16431 SF, où elle apparaît typiquement *trilacunaire*.

La trace pétiolaire médiane — la plus importante — à laquelle

Source : MNHN, Paris



Pl. 3. — Feuilles : *Rhopalocarpus lucidus* Bojer, 4308 SF : **1**, portion d'épiderme inférieur; **2**, épiderme supérieur. — *Rhopalocarpus Louvelii* (P. Danguy) R. Capuron, 17723 SF : **3**, épiderme inférieur; **4**, limbe; **5_1**, coupe transversale à la base du limbe; **5_2**, section basilaire; **6**, **7**, poches sécrétrices et poils épidermiques du pétiole.

Source : MNHN, Paris

s'incorporent les traces vasculaires issues du bourgeon axillaire se jette dans une lacune ouverte dans le cylindre central de la tige; les traces latérales (pénétrant dans l'écorce de la tige au-dessus de la trace principale) se jettent dans deux lacunes ouvertes dans le cylindre central à un niveau inférieur. Les traces stipulaires sans doute très peu importantes (stipules caduques) n'ont pu être observées; elles se jettent probablement dans les traces pétiolaires latérales (SINNOT E. W. et BAILEY I. W., 1914).

E. LES STRUCTURES LIBÉRO-LIGNEUSES

Leur étude a été faite d'après trois sortes de coupes (plans : transversal, longitudinal radial, longitudinal tangentiel) effectuées dans des branches et des fragments de troncs. Elles ont été colorées soit par la méthode de la double coloration, soit directement par le Vert d'Iode, le Brun Bismarck ou la Safranine. Les éléments ligneux ont été également étudiés après dissociation par la méthode de G. L. FRANKLIN (1945).

1. LES RÉGIONS CORTICALE ET MÉDULLAIRE

Elles ont été étudiées chez des branches de petit diamètre (12 à 13 mm) appartenant à plusieurs espèces :

Réf. : *Rhopalocarpus lucidus* Bojer (sans numéro, provenant de Mahoroga); *R. similis* Hemsley, J 1983 SF; *R. binervius* R. Capuron, 18295 SF; *R. Louvelii* (P. Danguy) R. Capuron, 18296 SF; *Dialyceras parvifolium* R. Capuron, 18216 SF.

Rhopalocarpus.

ÉCORCE

L'écorce des différentes espèces garde la même structure (Pl. 5, fig. 3), seule son épaisseur varie de 500 μ (*R. binervius* R. Capuron) à 1500 μ (*R. Louvelii* (P. Dang.) R. Capuron). Elle se compose essentiellement de couches tangentielles de fibres libériennes alternant avec des assises de parenchyme libérien, le tout dissocié perpendiculairement par d'importants rayons libériens. A la périphérie elle est limitée par une zone subéro-phellodermique relativement mince.

Les *tubes criblés* n'ont pu être reconnus au milieu des différents éléments libériens fortement aplatis en direction radiale. Les *fibres libériennes* sont très tassées et écrasées (section transversale : 11 × 5 μ, épaisseur de chaque bande de fibres : 35 μ (25-50), longueur moyenne : 2600 μ, maximale : 3000 μ). Les cellules de *parenchyme libérien* ont un diamètre radial moyen égal à 12 μ et une hauteur variant de 60 à 75 μ. Les *rayons libériens* sinueux s'élargissent de plus en plus vers la périphérie, et dessinent dans l'écorce des « flammes » triangulaires remarquables (visibles à l'œil nu); les cellules qui les composent sont disposées sans ordre apparent et contiennent de gros cristaux en plaquettes d'oxalate de calcium. Au contact de la zone phellodermique existent de petits îlots de fibres de *sclérenchyme*. La zone subéro-phellodermique comprend

Source : MNHN, Paris

une couche de phelloderme épaisse de 100 μ environ et une bande externe un peu plus large (100 à 150 μ) formée de cellules aplaties radialement (24-30 × 10-12 μ) de suber. Les *lenticelles* assez nombreuses sont constituées d'assises de cellules subérifiées fortement aplaties et allongées tangentiellement (couches de fermeture) et de cellules de section carrée à arrondie (cellules comblantes); elles sont d'un type analogue à celui des tiges de *Cerasus avium* décrit par H. Devaux en 1900 (voy. E. Boureau, 1954).

ZONE MÉDULLAIRE

La région médullaire est plus ou moins importante : 600-700 μ (*R. similis*, *lucidus*, *binervius*) à 1400 μ (*R. Louvelii*); elle est constituée par des cellules arrondies (diamètre : 30-70 μ), séparées par des méats, hautes de 45 μ, et dont les parois portent des ponctuations rondes ou ovales (3-4 μ de diamètre). Parmi ces cellules de parenchyme médullaire se trouvent (*R. Louvelii*, *R. binervius*) quelques *poches sécrétrices*.

Dialyceras.

ÉCORCE (Pl. 5, fig. 6)

Les tissus libériens proprement dits (400 μ d'épaisseur), la zone subéro-phellodermique assez épaisse (400 μ) et les lenticelles de grande taille ont des structures identiques à celles du genre *Rhopalocarpus*, à l'exception cependant des rayons libériens qui ont une largeur constante et demeurent peu visibles.

Region médullaire

Son organisation est semblable à celle du genre précédent. Tous ses tissus sont très riches en substances brun rouge.

2. LE BOIS DES BRANCHES

Autour de la moelle proprement dite existe une région où le bois acquiert progressivement son organisation définitive : les vaisseaux y sont alignés en files radiales de 4 à 5 pores et le parenchyme ligneux n'a pas encore sa disposition caractéristique en chaînettes. Au-delà de cette zone le plan ligneux est parfaitement semblable à celui du bois définitif; seule la taille des éléments ligneux est légèrement différente.

La section transversale des branches présente un ou plusieurs anneaux concentriques de *canaux sécréteurs verticaux* d'origine *traumatique*. Ces canaux présents dans l'ensemble de la famille sont particulièrement abondants chez *Dialyceras parvifolium* R. Capuron (Pl. 5, fig. 6; Pl. 4, fig. 5). Ils apparaissent dans de larges bandes de parenchyme (issues du fonctionnement anormal du cambium) et se développent à partir d'un canal schizogène intercellulaire qui s'agrandit par la lyse des cellules bordant le canal. Leur section dans l'ensemble a une forme ovale, mais les plus grands prennent l'allure de croissants à pointes émoussées; ils

Source : MNHN, Paris

finissent parfois par se rejoindre pour former des arcs traumatiques (plus ou moins continus).

3. LE BOIS DÉFINITIF

a. **Rhopalocarpus lucidus** Bojer.

(Pl. 4, fig. 1-4; Pl. 5, fig. 5, 11; Pl. 6, fig. 3, 4).

Réf. : 13048 SF = 9821 CTFT.

Les vaisseaux

Ils sont disposés dans le plan transversal en *zones poreuses* très nettes, larges de 1,2 à 1,5 mm; leur nombre est *moyen* (d'après la classification de L.M. [Chattaway, 1931) : 15,8 en moyenne par millimètre carré. Leur section est arrondie ou légèrement ovale en direction radiale. La plupart des pores sont de *taille moyenne* (d'après la classification de C.Q. Metcalfe et L. Chalk, 1950) dans le bois initial (diamètre tangentiel : 115 μ) et *petits* (60-80 μ) dans le bois final.

Les éléments de vaisseaux ont une longueur constante (300 μ). Ils sont *assez courts* (d'après C.R. Metcalfe et L. Chalk), leur paroi porte de petites ponctuations aréolées alternes arrondies ou ovales (1 × 2 μ). Leur perforation terminale est simple, presque horizontale.

Le parenchyme ligneux

En coupe transversale les cellules du parenchyme vertical, adjacentes par leurs faces radiales, apparaissent alignées en chaînettes unisériées, parallèles dans l'ensemble, (Pl. 4, fig. 1) séparées par des bandes de fibres ligneuses (1 à 2 fibres d'épaisseur); il y a en moyenne 19 chaînettes sur une longueur radiale de 1 mm. Dans le plan radial (Pl. 4, fig. 2) ces cellules de parenchyme ligneux sont disposées par étages hauts de 320 μ (4 cellules). Les cellules au contact des vaisseaux obéissent à un important phénomène de disjonction cellulaire (Pl. 4, fig. 3, 4).

Les rayons ligneux

(Pl. 5, fig. 1, 11; Pl. 6, fig. 3, 4).

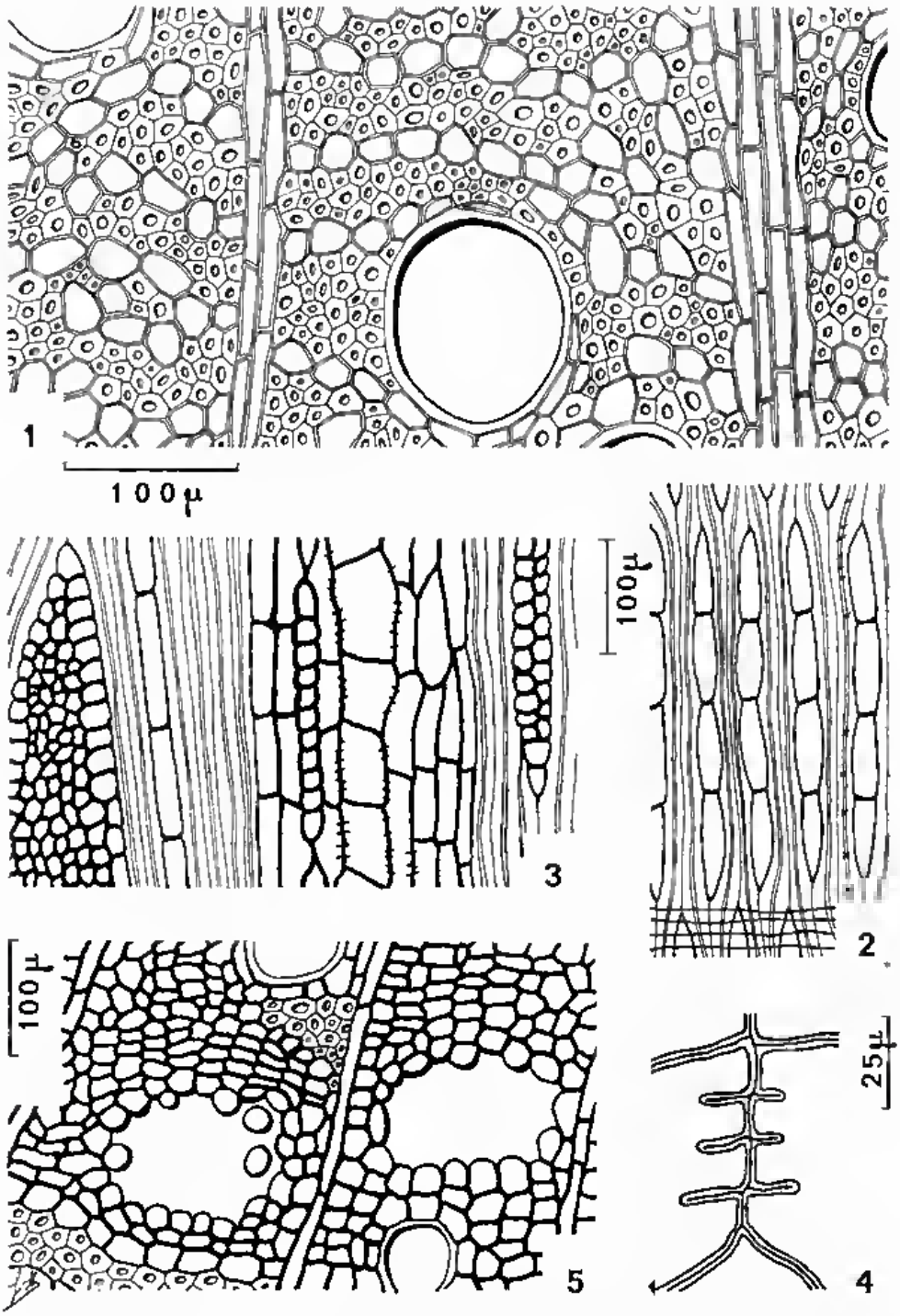
Ils sont de deux sortes, unisériés et plurisériés de grande taille, au nombre de 4,4 en moyenne sur une longueur tangentielle de 1 mm.

En coupe tangentielle les rayons plurisériés ont une forme de lentille allongée, nettement élargie en son centre; leurs cellules marginales sont assez étirées verticalement (21 × 13 μ), les cellules centrales, plus petites (10 × 9 μ) sont assez iso-diamétriques.

Dans le plan radial les cellules sont toutes couchées (aucune cellule dressée). Les rayons sont dits *homogènes;* ils appartiennent au type *Homogène I* de la classification établie par D. A. Kribs (1935) d'après la nature cellulaire des rayons et la présence ou l'absence des rayons unisériés.

Ils peuvent être classés en rayons *extrêmement courts* (65 %), *très courts* (30 %), et *assez courts* (5 %) — d'après. MM. Chattaway (1931);

Source : MNHN, Paris



Pl. 4. — Plans ligneux de *Rhopalocarpus lucidus* Bojer, 13048 SF : **1**, plan ligneux transversal; **2**, plan radial; **3**, plan tangentiel; **4**, disjonction des cellules de parenchyme ligneux. — *Dialyceras parvifolium* R. Capuron, 18216 SF : **5**, canaux sécréteurs verticaux traumatiques.

Source : MNHN, Paris

extrêmement fins (35 %), *fins* (30 %), d'*épaisseur moyenne* (20 %) et *larges* (15 %) — d'après C.R. Metcalfe et L. Chalk.

Les fibres ligneuses

Elles sont étroites (15 μ) et *assez longues* (d'après C.R. Metcalfe et L. Chalk) : 1,9 mm (1,6-2). Leur paroi d'*épaisseur moyenne* (15 μ) porte des couples de petites ponctuations aréolées croisées.

b. **Ensemble de la famille.**

La structure du bois définitif chez les différentes espèces de Rhopalocarpacées reste assez constante et ressemble beaucoup à celle de *Rhopalocarpus lucidus* Bojer; les variations de détails observées au sein de la famille (8 espèces décrites sur 14) seront simplement signalées dans le résumé suivant :

Réf. : *Rhopalocarpus lucidus* Bojer, 13048 SF = 9821 CTFT; Pl. 4, fig. 1-4; Pl. 5, fig. 1; Pl. 6, fig. 3-4. — *R. similis* Hemsley (sans numéro); Pl. 5, fig. 10; Pl. 6, fig. 1-2. — *R. similis* Hemsley ss. sp. *velutinus* R. Capuron, 4972 SF = 8846 CTFT. — *R. Louvelii* (P. Danguy) R. Capuron, 8928 SF = 9072 CTFT; Pl. 5, fig. 9; Pl. 6, fig. 11-12. — *R. binervius* R. Capuron, 18285 SF = 12078 CTFT; Pl. 5, fig. 4; Pl. 6, fig. 7-8 — *R. coriaceus* (S. Elliot) R. Capuron, var. *trichopetalus* R. Capuron, 8292 SF = 8993 CTFT; Pl. 5, fig. 8; Pl. 6, fig. 9-10. — *Dialyceras parvifolium* R. Capuron, 18329 SF = 12077 CTFT; Pl. 5, fig. 5; Pl. 6, fig. 5-6. — *Dialyceras parvifolium* R. Capuron, var. *coriaceum*, fa. *discolore* R. Capuron, 13851 SF = 12089 CTFT.

Les vaisseaux

Pores *diffus*, parfois disposés en *zones semi-poreuses* (*R. Louvelii*) et *poreuses (R. lucidus)*; *rares (R. binervius, coriaceus, Louvelii)*, *assez rares (R. similis, D. parvifolium)* ou en *nombre moyen (R. lucidus)*; généralement arrondis, rarement ovales allongés en direction radiale *(R. similis)*; de *taille moyenne*, plus rarement *assez grands (R. binervius)*.

Éléments de vaisseaux *assez courts* et *moyens (R. binervius, R. Louvelii)*.

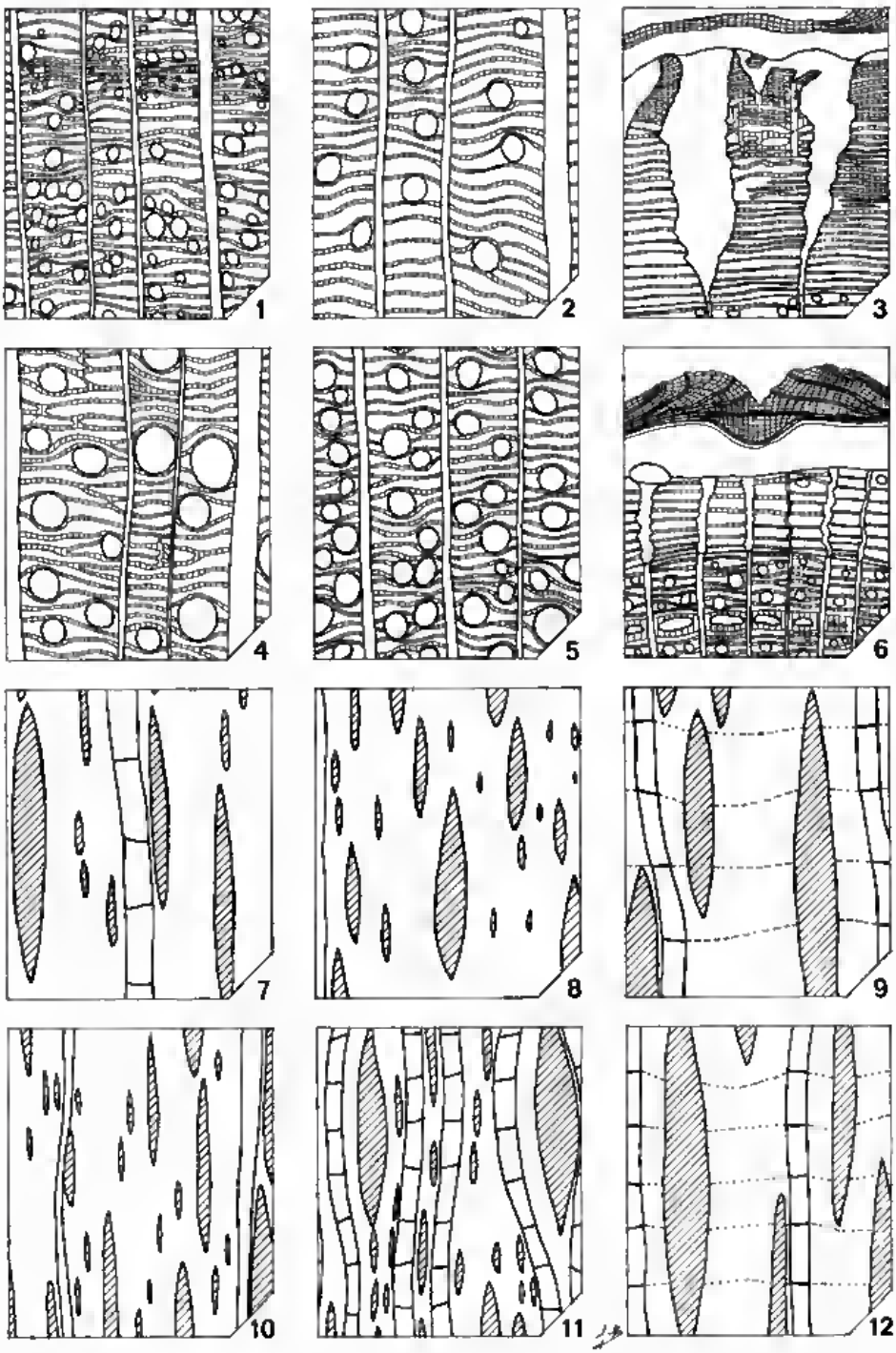
Le parenchyme ligneux

En coupe transversale il est toujours disposé en chaînettes unisériées concentriques dont le nombre varie de 12 (*R. binervius*) à 19 *(R. lucidus)* pour une longueur radiale de 1 mm; certaines chaînettes ont parfois l'aspect d'une ligne brisée *(R. similis)*. En coupe longitudinale radiale il apparaît régulièrement étagé : la hauteur de l'étage varie de 480-600 μ *(R. binervius)* à 300 μ *(R. similis, velutinus)*.

Les rayons ligneux

Très rares, *rares* ou en *nombre moyen*; *extrêmement courts* à *assez courts*, *extrêmement fins* à *larges* et même *très larges (D. parvifolium, R. Louvelii)*; intermédiaires entre les types *Hétérogène II* et *Homogène II* de la classification de D. A. Kribs. Le type *Homogène II* (très évolué) est le plus parfaitement réalisé chez *D. parvifolium*.

Source : MNHN, Paris



Pl. 5. — Plan ligneux transversal : **1**, *Rhopalocarpus lucidus* Bojer; **2**, *R. Louvelii* (P. Danguy) R. Capuron; **3**, *id.* écorce d'une branche; **4**, *R. binervius* R. Capuron; **5**, *Dialyceras parvifolium* R. Capuron; **6**, *id.* branche. — Plan ligneux tangentiel : **7**, R. *binervius* R. Capuron; **8**, *R. cortaceus* (S. Elliot) R. Capuron; **9**, *R. Louvelii* (P. Danguy) R. Capuron; **10**, *R. similis* Hemsley; **11**, *R. lucidus* Bojer; **12**, *Dialyceras parvifolium* R. Capuron.

Source : MNHN, Paris

Les fibres ligneuses

Lisses, *étroites*, à ponctuations aréolées allongées et croisées. Paroi d'*épaisseur moyenne* à *épaisse* : indice d'épaisseur variant de 0,30 *(R. lucidus)* à 0,36 *(R. coriaceus, trichopetalus)*; de *longueur moyenne* et *très longues (R. Louvelii, binervius)*.

c. **Groupement des espèces étudiées.**

Le plan ligneux des espèces de *Rhopalocarpus* Bojer et *Dialyceras* R. Capuron semble très homogène, mais il est possible de distinguer (pl. 5 et 6) des différences appréciables. La comparaison des plans ligneux n'est valable que s'il s'agit de « bois définitifs » aux caractères stables, prélevés à la périphérie des troncs de grand diamètre; en effet il existe au sein de chaque espèce une évolution importante dans le temps ontogénique :

Par exemple l'étude précise de la structure des rayons de *Rhopalocarpus Louvelii* (P. Danguy) R. Capuron a permis de suivre le passage progressif du type *hétérogène I* aux types *hétérogène II* et *homogène II* plus évolué (évolution conforme au schéma de D. A. Kribs (1935), basé sur des données phylogéniques et ontogéniques) :

Dans une branche de 4 mm de diamètre (2801 RN) les rayons ligneux sont *hétérogènes I* à proximité de la moelle et *hétérogènes II B* près du cambium libéro-ligneux.

Dans une branche de 13 mm de diamètre (18296 SF) ils sont *hétérogènes II B* et *homogènes I* à la périphérie.

Dans le tronc, enfin, (8928 SF) ils passent du type *hétérogène II B* au type *homogène II* du bois définitif.

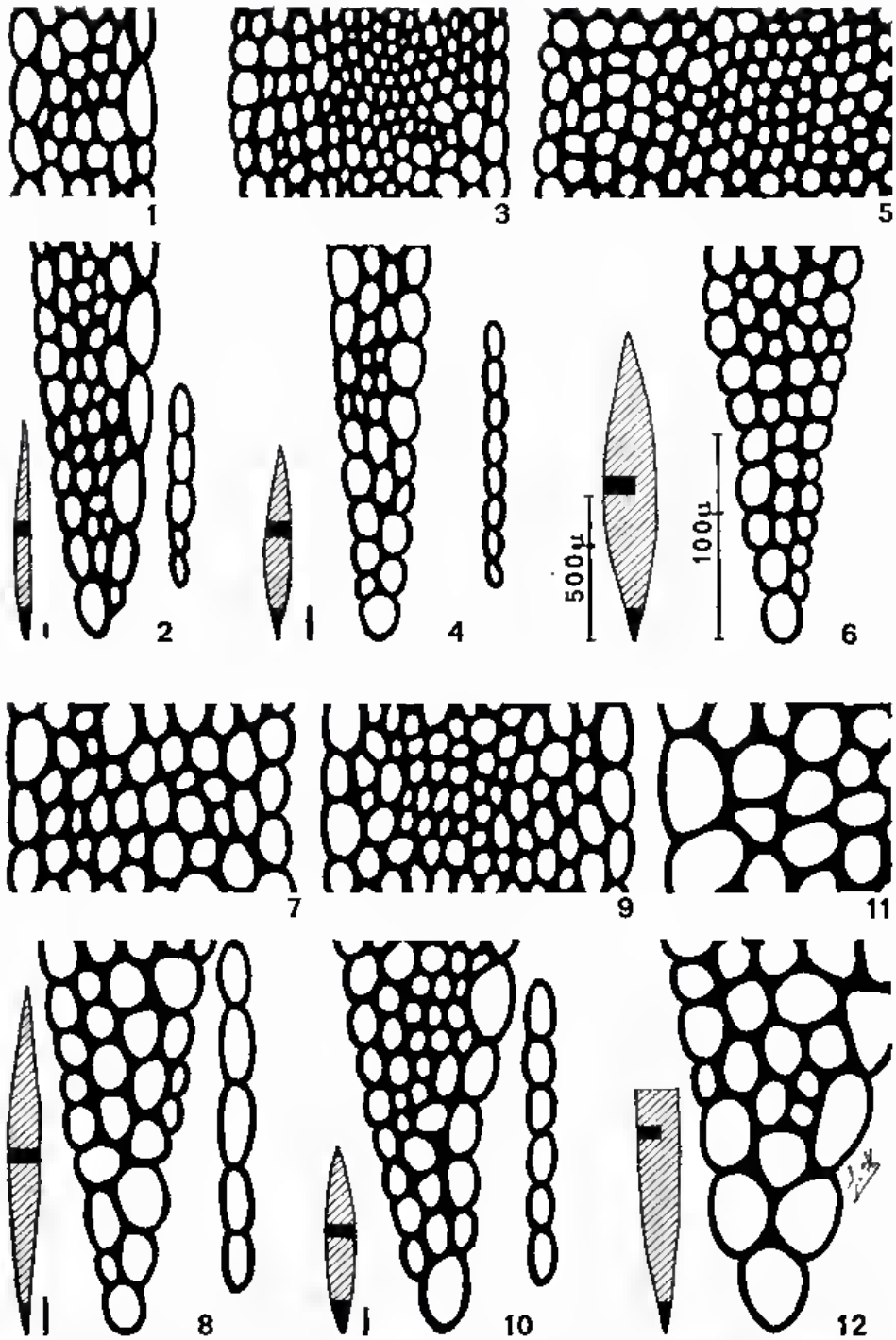
Dans le tableau qui suit les espèces étudiées ont été classées d'après la hauteur de l'étagement de leur plan ligneux. Pour chaque espèce sont également rappelés le nombre de chaînettes de parenchyme par millimètre radial, le mode de groupement et le nombre de pores par millimètre carré, et enfin le type des rayons ligneux :

R. binervius	480-600,	12,	*diffus*,	2,8,	*Homogène I*
R. Louvelii	400,	10-14,	*z. semi-p.*,	3,9,	*Homogène II*
R. similis	370,	12-14,	*diffus*,	7	assez peu *Hom. I*
R. coriaceus	350,	14,	*diffus*,	3,9,	presque *Hom. I*
D. parvifolium	350,	16,	*diffus*,	9,2,	*Homogène II*
R. lucidus	320,	19,	*z. poreu.*,	15,8,	presque *Homo. I*
R. velutinus	300,	13,	*diffus*,	7,6,	presque *Hom. I.*

Tous les éléments du bois n'évoluent pas simultanément mais peuvent se stabiliser à des niveaux évolutifs différents. C'est ainsi que le type *Homogène II* est réalisé deux fois pour des hauteurs de l'étagement différentes (chez *R. Louvelii* : 400 μ; *Dialyceras* : 350 μ, étage moins haut, donc plus évolué). Compte tenu de ces différents caractères les espèces étudiées peuvent être séparées en trois groupes :

— *Dialyceras* possède un plan ligneux très évolué, au sein de la famille, par la nature des rayons *(homogènes II)* et la hauteur de l'étagement; ses pores sont grands, diffus et au nombre de 9,2 par millimètre carré.

Source : MNHN, Paris



Pl. 6. — Structure des rayons uni- et plurisériés dans le plan ligneux définitif tangentiel : **1**, région moyenne, et **2**, terminaison d'un rayon plurisérié et d'un rayon unisérié de *Rhopalocarpus similis* Hemsley; **3, 4**, *R. lucidus* Bojer; **5, 6**, *Dialyceras parvifolium* R. Capuron; **7, 8**, *R. binervius* R. Capuron; **9, 10**, *R. coriaceus* (S. Elliot) R. Capuron, ss. sp. *trichopetalus* R. Capuron; **11, 12**, *R. Louvelii* (P. Danguy) R. Capuron.

Source : MNHN, Paris

— *R. Louvelii, binervius, coriaceus* réalisent des types *Homogènes I* et *II* pour un étagement relativement élevé. Elles sont proches également par leur nombre de chaînettes et surtout le nombre de pores par millimètre carré(3,9-2,8-3,9). *R. Louvelii* est la plus évoluée avec ses rayons *homogènes II* et la présence de *zones semi-poreuses* (caractère considéré comme étant plus évolué que « *pores diffus* »).

— *R. similis, lucidus*, et *similis* ss. sp. *velulinus* ont les rayons les moins homogènes et un grand nombre de pores par millimètre carré (7-15,8-7,6). *R. lucidus* possède des *zones poreuses* (caractère évolué).

L'anatomie fine permet donc de regrouper les espèces au sein de la famille : les divisions obtenues correspondent exactement à celles qui ont été définies par R. Capuron, d'après la morphologie externe. Une telle étude devrait porter, pour être parfaitement valable, sur l'ensemble de la famille, mais il n'a pas encore été possible de prélever le bois des arbres les plus difficiles d'accès.

F. ÉTUDE MICROCHIMIQUE SOMMAIRE

Les recherches ont porté essentiellement sur des coupes effectuées dans des branches et des fleurs de *Rhopalocarpus Louvelii* (P. Danguy) R. Capuron et des feuilles de *Rhopalocarpus lucidus* Bojer.

Mucilages

Les coupes ont été traitées pendant quelques instants par une solution d'acétate de plomb à 10 % qui a pour effet de coaguler les mucilages. Après lavage, elles ont été colorées par le rouge de Ruthénium (colorant des composés pectosiques) ou par le Rouge Congo (colorant de la cellulose).

Les mucilages d'origine exclusivement pectosique occupent toute la lumière des canaux verticaux traumatiques des branches ; ils apparaissent également dans de nombreuses cellules des tissus de l'écorce (parenchyme libérien, phelloderme, rayons libériens), dans le pétiole (épiderme, parenchyme cortical externe), le limbe foliaire, les fleurs (disque).

Tannoïdes

La présence d'acide ellagique et d'acide gallo-tannique a été reconnue dans de nombreuses cellules des rayons ligneux — à proximité de la moelle, du parenchyme médullaire, du parenchyme ligneux périmédullaire et traumatique, des rayons libériens, et la totalité des cellules de parenchyme libérien. Ces localisations ne sont pas modifiées lorsque les coupes ont séjourné un mois dans un mélange d'eau et d'alcool ; il est donc très probable que les tannoïdes sont associés, pour la plupart, à d'autres substances pour former des complexes insolubles dans l'eau.

La présence des tannoïdes a été mise en évidence sur des coupes fines à l'aide de plusieurs réactions caractéristiques : le perchlorure de fer donne une coloration noire (présence d'acide gallo-tannique) et non verte (caractéristique des phlobotanins) — le Réactif de Braemer (acétotungstate de sodium) amène la formation d'un précipité jaune (acide gallo-tannique), mais il n'y a pas de coloration verte (caractéristique des

Source : MNHN, Paris

phlobotanins) — la caféine, l'acétate de cuivre ou une solution de cyanure de potassium produisent des précipités; les coupes se colorent en orange quand elles sont plongées dans l'hypochlorite de sodium (présence d'acide ellagique). La réaction de Spica (dans R. Lemesle, 1937) est négative (il n'y a donc pas d'acide gallique).

En résumé les tannoïdes présents sont des tanins hydrolysables (acide gallotannique — acide ellagique). Il n'y a pas de phlobotanins.

Substances rouge-brun

Elles sont très abondantes dans la plupart des tissus : parenchyme médullaire des branches et des troncs, cellules isolées du parenchyme et des rayons ligneux au voisinage des zones traumatiques, rayons libériens, parenchyme libérien et certaines cellules phellodermiques, parenchyme du disque floral. Les feuilles en contiennent également des quantités très importantes dans les cellules du parenchyme cortical et médullaire du pétiole et de la nervure principale (cette dernière est souvent brune chez *Rhopalocarpus lucidus* Bojer). Il n'a pas été possible à l'aide de réactions simples de préciser la nature de ces substances.

A titre indicatif : elles sont insolubles dans l'eau, l'alcool, et assez résistantes à l'action de l'hypochlorite de sodium. Lorsque des coupes fines ont séjourné longtemps dans le rouge Soudan III, elles ne prennent pas la coloration rouge caractéristique des corps gras, huiles et composés résineux. En présence d'une solution aqueuse concentrée d'acétate de cuivre (Réaction de Unverduren et Franchimont) il n'y a pas la coloration vert smaragdite des résines. Il ne s'agit pas d'avantage de gommes (pas de coloration avec le rouge de Ruthénium). L'action de la potasse (Goris, 1914) ne donne pas la réaction rouge indiquant la présence des hétérosides. Enfin ce ne sont pas non plus des alcaloïdes (pas de précipité brun en présence d'iodure de potassium iodé).

A Dumont (1887) avait signalé la présence de « tanins associés à des substances rouge brun » chez certaines Malvacées, Bombacacées, Tiliacées, et Sterculiacées. De même J. Doussot (1902) les avait rencontrées dans la tige des *Sterculia*, sans en préciser la nature chimique. C. Wehmer (1931) enfin cite la présence de substances brunes ou rouges, corps complexes et le plus souvent spécifiques (« Colatanin — Asparagin — Colarot — Cacaorot » des Sterculiacées, « Gossypol, Gossypotin » etc. des Malvacées.).

Les substances brun rouge des Rhopalocarpacées sont très probablement voisines de celles des Sterculiacées et des Malvacées citées par C. Wehmer, mais seule une étude chimique détaillée (effectuée sur du matériel frais) permettrait de préciser leur nature exacte.

G. POSITION SYSTÉMATIQUE DES RHOPALOCARPACÉES

Elle est assez difficile à préciser et diffère selon les auteurs. D'après l'historique dressé par R. Capuron, le genre *Rhopalocarpus* Bojer (= *Sphaerosepalum* Baker) a été rapproché des familles suivantes (regroupées ici suivant la classification de J. Hutchinson — 1959) : Théales (Théacées), Ochnales (Ochnacées, Diptérocarpacées, Chlaenacées), Guttiférales (Guttifères), Capparidales (Capparidacées), Bixales (Bixacées, Flacourtiacées, Cochlospermacées), Tiliales (Scytopétalacées, Tiliacées, Sterculiacseé, Bombacacées), Malvales (Malvacées).

En 1959 E. Boureau étudiant les structures ligneuses de *Rhopalocarpus Louvelii* (P. Dang.) R. Capuron a conclu à l'indépendance phy-

Source : MNHN, Paris

logénique des genres *Rhopalocarpus* et *Cochlospermum*. Plus récemment R. Capuron (1962) a placé les Rhopalocarpacées dans l'ordre des Malvales pris au sens large.

Parmi les ordres cités précédemment, il est possible d'éliminer ceux dont les Rhopalocarpacées diffèrent le plus par leurs caractères anatomiques : Guttiférales, Théales, Ochnales, Capparidales, Bixales :

Guttiférales et théales : parenchyme ligneux apotrachéal, diffus ou en bandes épaisses et courtes, rayons ligneux en majorité ou en totalité unisériés, insertion foliaire unilacunaire. Guttifères : stomates de type rubiacéen.-Théacées : vaisseaux à épaississements spiralés et à perforation très oblique et scalariforme, stomates rubiacéens et renonculacéens.

Ochnales : parenchyme ligneux diffus, paratrachéal ou aliforme, rayons unisériés (Chlaenacées), rayons hétérogènes (Ochnacées, Diptérocarpacées).

Capparidales : parenchyme vasicentrique et épais, parfois en bandes courtes, rayons pratiquement hétérogènes.

Bixales : Flacourtiacées : éléments de vaisseaux longs et à perforation scalariforme fibres ligneuses septées et à ponctuations bordées, cellules de parenchyme ligneux isolées, rayons *homogènes I* et *hétérogènes I*, avec de nombreux rayons ligneux unisériés, stomates de types rubiacéen et cruciférien. – Bixacées et Cochlospermacées : parenchyme disposé en bandes épaisses (2 à 8 cellules) canaux sécréteurs horizontaux traumatiques (Cochlospermacées). Ces deux dernières familles se distinguent des précédentes par l'étagement de leurs éléments ligneux.

Le plan ligneux des Rhopalocarpacées, au contraire, est très proche à tous points de vue de ceux des Tiliales et des Malvales. Notamment le parenchyme ligneux en chaînettes ne se rencontre (parmi les familles citées ici) que chez les Bombacacées, Tiliacées, Sterculiacées et Malvacées. Les canaux sécréteurs verticaux traumatiques n'existent que chez les Bombacacées, Eléocarpacées, Malvacées et Sterculiacées. Enfin toutes ces familles possèdent des écorces présentant des flammes caractéristiques, des cellules, cavités et canaux à mucilage nombreux, des tanins abondants (surtout chez les Sterculiacées).

Du point de vue de l'anatomie, les Rhopalocarpacées peuvent donc être rapprochées des Malvales et surtout des Tiliales où c'est avec les Sterculiacées qu'elles présentent le plus d'affinités. Ces conclusions anatomiques se trouvent d'ailleurs confirmées par l'étude de leurs pollens (J. Huard — 1965). Le type pollinique de cette famille (pollens isopolaires, bréviaxes, 3 à 6-colpés, exine montrant un dessin LO fin, subéchinulée à échinulée) est dans son ensemble celui des Tiliales, mais présente des caractères atteignant différents degrés d'évolution : c'est un pollen évolué par son exine, analogue à celle des Sterculiacées et des Malvacées, mais relativement peu évolué par la forme de ses apertures (colpus — n'existant que chez certaines Sterculiacées).

Il paraît donc justifié, en considérant à la fois ses structures ligneuses et ses pollens de ranger la famille des Rhopalocarpacées dans l'ordre des Tiliales où elle conserve toute son originalité, gardant par exemple certaines affinités avec les Ochnales et surtout les Bixales.

Source : MNHN, Paris

REMERCIEMENTS

La présente étude a fait l'objet d'un Diplôme d'Études supérieures au Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Paris sous la direction du Professeur E. BOUREAU à qui j'adresse mes sincères remerciements. Je tiens également à remercier vivement M. R. CAPURON qui m'a fourni d'abondants échantillons de feuilles et de fleurs, ainsi que M. D. NORMAND, Directeur de la Section d'Anatomie du C.T.F.T., qui m'a confié de nombreux échantillons de bois. Monsieur le Professeur M. CHADEFAUD m'a guidé dans l'étude anatomique des fleurs; qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BAILEY I. W. — The cambium and its derivative tissues II, Size variations of cambial initials in gymnosperms and angiosperms, Am. J. Bot. **7** : 355-367 (1920).

— *id.* IV, The increase in girth of the cambium, *ibid.* **10** : 499-509 (1923).

BARGHOORN E. S. — The ontogenic development and phylogenetic specialization of rays in the xylem of Dicotyledons, I. The primitive ray structure, Am. J. Bot. **27** : 918-928 (1940).

BOUREAU E. — Anatomie végétale, 3 tomes, 753 p., 370 fig., 23 pl., Paris, P.U.F. édit. (1954, 1956, 1957).

— Contribution à l'étude anatomique des espèces actuelles de Rhopalocarpacées. Bull. Mus. 2e sér. **30**, 2 : 213-221, I pl., 2 fig. (1958).

BRAEMER L. — Les Tannoïdes, Thèse Dipl. sup. Pharmacie, Lyon (1890).

CAPURON (R. — Révision des Rhopalocarpacées, Adansonia, **2**, 2 : 228-267, 7 pl. (1962).

CHADEFAUD M. — Sur la pentamétrie des dicycles floraux. C. R. Ac. Sci. **240** : 1129 (1955).

CHATTAWAY M. M. — Proposed standards for numerical values used in describing woods. Trop. Woods. **29** (1931).

COZZO D., CRISTANI L. Q. — Los generos de fanerogamas argentinas con estructura lenosa estradificada. Rev. Inst. Nac. Invest. Cienc. nat., Cienc. Bot., Buenos Aires, **1**, 8 : 365-405 (1950).

DEHAY C. — L'appareil' libéro-ligneux foliaire des Sterculiacées. Ann. Sc. Nat. Bot. **11** : 45-128 (1941).

DEVAUX H. — Recherches sur les lenticelles. Ann. Sci. Nat. Bot. **12** : 1-240 (1900).

DOUSSOT J. — Contribution à l'étude de l'appareil gommifère des Sterculiacées. Thèse Doct. Univ. Pharm., Paris (1902).

DUMONT A. — Recherches sur l'anatomie comparée des Malvacées, Bombacées, Tiliacées et Sterculiacées. Ann. Sc. Nat. Bot. **7**, t. 6 (1887).

EMBERGER L. — Les végetaux vasculaires, 2 t., 1539 p., 1920 fig. n, Masson édit., Paris (1960).

FROST F. H. — Specialization in secondary xylem of Dicotyledons, II. Evolution of end wall of vessel segment. Bot. Gaz. **90** : 198-212 (1930).

GAGEY D. — Contribution à l'étude des tanins végétaux; nature, répartition, migration. Thèse Doct. Sc., Besançon (1936).

GAZET DU CHATELIER G. — Recherches sur les Sterculiacées. Thèse Doct. Sc., Montpellier (1940).

GERARD R. — Traité pratique de micrographie (1887).

GORIS A. — Recherches microchimiques sur quelques glucosides et quelques tanins végétaux (1903).

HUARD J. — *Palynologia Madagassica et Mascarenica.* Fam. 127 : *Rhopalocarpaceae.* Pollen et Spores, **7**, 2, 1 pl. (sous presse).

HUTCHINSON J. — The families of flowering plants, 2 vol., 792 p. 342 fig., 2. éd., Oxford (1959).

KRIBS D. A. — Salient lines of structural specialization in the wood rays of Dicotyledons. Bot. Gaz. **96** : 547-557 (1935).

Source : MNHN, Paris

— Salient lines of structural specialization in the wood parenchyma of Dicotyledons. Bull. Torrey Bot. Club, **64** : 177-186 (1937).

LAURENT S. — Recherches sur la constitution du tanin des prothalles de Filicinées. Rev. gén. Bot. **68** : 417-430 (1961).

LEMESLE R. — Étude des composés tanniques de la tige du *Calligonum*. Bull. Soc. Sc. nat. Ouest, 5e sér. t. **7** : 99-105 (1937).

— De la présence d'un complexe tanin-résine associé à des substances protéiques dans l'écorce de Winter (*Drimys Winteri* Forst). C. R. Ac. Sc. **214** : 237-238 (1942).

— Recherches microchimiques sur la nature des composés tanniques et leur localisation chez certaines phanérogames. Extr. du Volume commém. du Centenaire de L. BRAEMER (1958).

METCALFE C. R., CHALK L. — Anatomy of the Dicotyledons, 2 vol., 1500 p., 317 fig., 2e éd., Oxford (1957).

MICHEL-DURAND E. — Recherches sur les composés tanniques. Rev. gén. Bot. **40, 41** (1929).

NORMAND D. — Lexique illustré des termes utilisés dans la description des bois, 23 p., 8 pl. Imp. nat., Paris (1946).

NOZERAN R. — Contribution à l'étude de quelques structures florales (essai de morphologie florale comparée). Thèse, 1954, Montpellier, Ann. Sc. Nat. Bot. **11** (1955).

SINNOT E. W. — Investigations on the phylogeny of the Angiosperms. Am. J. Bot. **1** : 303-322 (1914).

SINNOT E. W., BAILEY I. W. — Investigations on the phylogeny of the Angiosperms, III : Nodal anatomy and the morphology of stipules. Am. J. Bot. **1** : 441-453 (1914).

WEHMER C. — Die Pflanzenstoffe, 2 tomes (1931).

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

SYSTÉMATIQUE ET PHYTOGÉOGRAPHIE (PHANÉROGAMES ET CRYPTOGAMES VASCULAIRES) AU Xe CONGRÈS INTERNATIONAL DE BOTANIQUE

par M. Keraudren et G. Aymonin

Le Xe Congrès International de Botanique s'est déroulé à Edinburgh (Écosse) du 3 au 12 août 1964; les réunions de plusieurs comités avaient cependant débuté dès le 28 juillet (Nomenclature, Cartographie, etc.) et diverses activités scientifiques (démonstrations, excursions) se prolongèrent jusqu'au 20 août.

Les communications relatives à la systématique générale furent groupées surtout dans le cadre des travaux de deux sections dont les programmes furent d'ailleurs souvent connexes : la section dite *Taxonomy and Evolution*, confiée au Prof. Hawkes (Birmingham), celle dite *General Systematics*, confiée au Dr. Burtt (Edinburgh). Cependant, des questions importantes concernant spécialement la signification et la définition des organes furent examinées dans la section *Morphology and Morphogenesis*.

Les problèmes se rapportant à l'étude de la Végétation et des Flores furent abordés non seulement dans la section *Plant Sociology and Phytogeography* (Dr. Gimingham, Aberdeen), mais également dans les sections *Taxonomy*, *Systematics*, *Paleobotany* (comprenant la Palynologie et l'histoire des flores), *Mycology* (comprenant l'aérobiologie et la dispersion des spores).

Enfin, des questions d'ordre général furent évoquées dans une section dite *Joker* (réalisation des Flores, expéditions botaniques et inventaires en régions intertropicales, conservation de la Nature, etc.).

Cette apparente dispersion des centres d'intérêt pour le systématicien a cependant mis en valeur la complexité des problèmes que pose l'essai de définition des unités et des catégories taxinomiques vis à vis des méthodes modernes d'investigation.

Il faut souligner aussi que, par le biais de « démonstrations » d'une grande qualité pédagogique, les communications essentielles furent illustrées d'une manière particulièrement efficace.

On peut estimer que sur 750 à 800 communications présentées au Congrès, une quarantaine traitaient directement de la systématique des végétaux vasculaires, tandis qu'environ 80 contributions étaient consacrées à l'étude de la végétation. Une dizaine seulement des exposés furent faits en français.

Il n'est naturellement pas possible de résumer l'ensemble des résul-

Source : MNHN, Paris

tats; aussi a-t-il paru plus judicieux de signaler les principaux sujets traités.

L'étude de trois familles végétales donna lieu à une série de colloques où purent être confrontées directement les vues de chercheurs ayant abordé la construction d'une systématique ordonnée à partir d'éléments différents, tels, pour les Gesnériacées, la morphologie et l'écologie, la cytologie, l'anatomie, l'embryologie, la palynologie; en ce qui concerne les Commélinacées, les résultats d'études histogénétiques semblent confirmer l'uniformité de la famille, tandis que la connaissance des caractères épidermiques paraît aider à la mise en place d'une systématique des espèces de *Tradescantia;* l'utilisation de critères cytologiques s'avère également utile. La recherche d'une classification équilibrée des Cucurbitacées parut, par contre, beaucoup plus difficile, les corrélations de caractères n'apportant pas des certitudes absolues quant aux relations naturelles entre les groupes de taxa; l'existence de « pseudohomologies » rend délicate l'interprétation de structures jusqu'alors considérées comme fondamentales; on doit attribuer une certaine importance aux critères chimiques, et, tandis que le développement des graines montre une grande uniformité (en cela, il en est de même, par exemple, chez les genres endémiques africains, malgaches ou indiens), la structure finale des semences paraît apporter des éléments de grande valeur systématique. Il existe aussi des corrélations entre la structure fine des exines des pollens et la variabilité foliaire chez certains genres, sans que l'on puisse déterminer véritablement quel niveau taxinomique il convient d'attribuer aux groupes ainsi reconnus.

Parmi les autres taxa qui donnèrent lieu à des contributions d'ordre systématique, il faut citer : Magnoliales, Ranales, Anonales, *Scitamineae*, — *Alcea* et *Althaea*, *Allium* sect. *Porrum*, Amentifères, *Apiaceae*, *Aquilegia*, *Axonopus compressus*, *Brassicaceae*, *Centaurea*, *Cissampelos*, *Davidia*, *Diplérocarpaceae* (cytologie), *Elymus*, *Fragaria*, *Gentianaceae*, *Impatiens parviflora*, *Ilex* (évolution), *Lilium*, *Lotus*, *Lotus* gr. *corniculatus*, *Lychnideae*, *Mentha*, *Oenothera*, *Ornithogalum*, *Oxalis (Corniculateae)*, *Paslinaceae*, *Potentilla anserina*, *Pyrolirion*, *Solanum*, *Sorbus* (européens), *Sorghum*, *Spartina*, *Triticum*, *Zephyranthes*, etc.

A propos des Ptéridophytes, furent discutés : le choix des bases de la classification (« divergence patterns » ou « intuitive correlation »), la valeur et la position des Cyathéacées, les relations cytotaxinomiques dans le genre *Asplenium* et la signification des taxa européens, les tendances évolutives chez les Leptosporangiées. Ce sont surtout, par ailleurs, les formes fossiles qui firent l'objet de nombreuses communications.

En dehors des travaux consacrés à tel ou tel groupe systématique, des problèmes très généraux donnèrent lieu à discussion : évolution et taxinomie, tendances évolutives et convergences, modifications morphologiques au cours du développement, hybridation et biosystématique, embryologie et taxinomie, écotypes et création des taxa, nature et valeur des adaptations physiologiques, polyploïdie et classification, utilisation des « parentés biologiques » dans les classifications, éducation des taxi-

Source : MNHN, Paris

nomistes, utilisation des *computers* [1], réalisation de monographies ou réalisation de flores, etc.

Il est certain que ces divers aspects abordés au cours du Congrès d'Edinburgh ne rendent qu'imparfaitement compte des travaux de systématique végétale poursuivis dans le monde depuis le Congrès de Montréal (1959). Il ne faut cependant pas méconnaître le fait que la tenue de congrès plus restreints, à l'échelle continentale (*Flora Europaea*, AETFAT, etc.) donne déjà lieu à des synthèses importantes.

Les problèmes concernant l'étude de la végétation furent abordés sous des angles très différents : cartographie de la végétation (cartographie régionale : États-Unis, Inde, Canada, monde; principes de cartographie : écosystèmes, genèse des groupes floristiques, etc.), étude biologique et sociologique des communautés, influence des facteurs écologiques et historiques (végétation des zones tropicales à la lumière des données palynologiques, actions climatiques, etc.), concept de *continuum*, structure des forêts tropicales et spéciation, applications pratiques, concepts généraux de classification et d'ordination, analyse phytogéographique des flores. Une très grande partie des documents présentés a trait aux régions désertiques ou semi-désertiques du Moyen-Orient et de l'U.R.S.S., et à l'Eurasie septentrionale, à l'Australie, à l'Amérique du Nord. Le Sud de l'Europe, la France, l'Afrique tempérée et les régions de l'hémisphère austral, tempérées ou tropicales, ne firent l'objet que de quelques études. Les problèmes relatifs aux plantes antarctiques, arctiques et bipolaires donnèrent lieu à diverses synthèses.

Une mention particulière doit être faite pour les « démonstrations », puisque près de 80 s'inscrivaient dans le cadre de recherches de taxinomie ou de phytogéographie. Leurs auteurs disposaient de locaux d'exposition dans divers établissements scientifiques et de très remarquables présentations furent ainsi faites ; de même, les célèbres serres du Jardin Botanique d'Edinburgh permirent de réunir des collections vivantes très riches qui illustrèrent agréablement les communications de systématique.

Si, naturellement, une très large place était faite aux sciences expérimentales au cours du Xe Congrès International de Botanique, il semble que l'on doive néanmoins retenir les initiatives qui permirent de réunir autour de l'étude d'un même groupe systématique des chercheurs travaillant dans des domaines fort différents (de la phytogéographie à la chimie biologique); il ne fait aucun doute que, parallèlement aux efforts menés en vue d'approfondir les connaissances sur des phénomènes fondamentaux, la réalisation de colloques orientés permet de se rapprocher peu à peu de la définition précise de la valeur des taxa, tant sur le plan floristique proprement dit, que sur le plan évolutif et biogéographique.

1. Définition des unités taxinomiques grâce à l'emploi de machines électroniques pour le tri des informations multiples.

Source : MNHN, Paris

La coordination des résultats pourra, d'un Congrès à l'autre, constituer la base de mises au point d'intérêt général. Il est donc souhaitable, sans méconnaître découvertes et conceptions nouvelles, de maintenir les futures délibérations internationales en systématique et chorologie dans cette ligne de conduite qui, dans une certaine mesure, permit, tant au Congrès d'Edinburgh qu'à celui de Montréal, de définir le cadre de recherches complémentaires importantes. Ainsi peuvent progresser utilement les connaissances en biologie végétale.

Source : MNHN, Paris

INFORMATIONS

Étude floristique de la Côte d'Ivoire. — **L. Aké Assi**, 323 p., 34 pl., 1 carte (1963), vol. LXI de l'Encyclopédie biologique des Éditions Paul Lechevalier, Paris (mise en vente et dépot légal du 2e trimestre 1964).

Ce bel ouvrage est préfacé par le Professeur G. Mangenot qui souligne les qualités et les talents de M. Aké Assi ayant si bien su résoudre de multiples problèmes de floristique ivoirienne : problèmes de terrain, mais aussi de laboratoire, d'herbiers et de bibliothèques. L'Auteur donne les références, la synonymie et la distribution de 666 espèces totalement ignorées pour la Côte d'Ivoire avant 1945 : soit 380 espèces de forêt dense et 286 espèces de forêt claire ou savane. Presque toutes sont des lianes, des arbustes ou des herbes, les arbres ayant été particulièrement étudiés jusqu'en 1936. Beaucoup des plantes étudiées, et souvent celles du SW du pays, revèlent des affinités avec la flore camerouno-gabonaise. Certaines espèces d'identification incertaine ont été provisoirement laissées de côté; d'autres découvertes sont omises étant postérieures à 1961, date de la mise au point de ce travail. Quoiqu'il en soit, le regain des découvertes botaniques en Côte d'Ivoire est du d'abord à l'O.R.S.T.O.M. et au Professeur Mangenot et trouve l'un de ses plus beaux fruits dans le travail de M. Aké Assi qui a accru de 17 % le nombre des espèces autrefois connues de ce pays. La tâche entreprise est loin d'être achevée et bien d'autres découvertes restent à faire. Il est à souhaiter que la prospection de la région forestière, particulièrement riche et encore mal connue, située entre les fleuves Sassandra et Cavally soit intensifiée et que l'on puisse y faire des récoltes très abondantes.

La première partie du volume, la plus importante, est consacrée aux Dicotylédones (460 espèces); c'est l'édition définitive de la Thèse de Doctorat de l'auteur (Paris, 1961). La seconde partie traite des Monocotylédones (194 esp.) et des Ptéridophytes (12 esp.); elle a déjà fait aussi l'objet d'un tirage limité ronéotypé daté de 1962. Il eut été préférable de ne pas citer comme nouveaux certains synonymes ou certaines combinaisons taxinomiques dans le présent volume, et de donner les références aux éditions provisoires antérieures de 1961 et de 1962; celles-ci sont valablement publiées aux yeux des spécialistes. L'illustration est inégale et les légendes omettent parfois de donner les références aux herbiers; sa présentation en planches hors texte est excellente.

N. Hallé

Source : MNHN, Paris

*
* *

Revue d'Écologie et de Biologie du Sol. — Dirigée par le Professeur DELAMARE DEBOUTTEVILLE, cette revue, dont le premier fascicule est daté de juin 1964, réunira, sous la forme de documents synthétiques, les résultats de travaux poursuivis surtout par des pédologues et des microbiologistes et visant à contribuer à l'élaboration d'une « Écologie générale précise et féconde, établie sur un inventaire extrêmement précis, donc basé sur une systématique approfondie ». C'est dire que, bien que très spécialisée, la Revue sera ouverte aux recherches de nombreuses disciplines et à leurs applications en biologie du sol, sans doute spécialement dans le domaine de l'étude des populations naturelles et de leurs interactions ; sous cet angle, microbiologie végétale et microbiologie animale revêtent une importance équivalente au niveau de l'analyse du sol en temps que milieu vivant. La connaissance de l'aspect aérien du peuplement végétal sera souvent aussi une base de comparaison intéressante, puisque à cette masse aérienne et visible correspond une masse souterraine moins bien connue, mais non moins importante pour la compréhension de nombreux phénomènes biologiques dans les sols. L'évocation de ces quelques problèmes suffit pour souligner la place que le travail d'équipe pourra prendre dans l'avenir; par son objet même et bien que tournée surtout vers la Zoologie, cette nouvelle Revue ne manquera pas d'ouvrir des champs de recherches inédits et d'appeler les chercheurs à confronter plus efficacement leurs résultats. Tome I, fascicule 1, 3 + 132 pp., juin 1964, Gauthier-Villars, Paris, publié sous les auspices du Muséum National.

G. G. AYMONIN

*
* *

Flore du Cameroun, volume n° 3 : M. L. Tardieu-Blot, Ptéridophytes, 25 familles, 256 espèces, 372 p., 55 pl. — 57 F.

Illustration de Melle GODOT DE MAUROY.

Source : MNHN, Paris

PUBLICATIONS DU LABORATOIRE DE PHANÉROGAMIE

Muséum National d'Histoire Naturelle
16, rue de Buffon
Paris Ve
C.C.P. Paris 17.115.84

NOTULAE SYSTEMATICAE

Publiées avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique.

	France	Étranger
Tome **I**, fasc. **1** à **12**, 1909-1911	60,00 F	65,00 F
— **II**, fasc. **1** à **12**, 1911-1913	60,00 –	65,00 –
— **III**, fasc. **1** à **12**, 1914-1918 (**3**, épuisé)	60,00 –	65,00 –
— **IV**, fasc. **1**, **2**, **3**, **4–5**, 1920-1928	30,00 –	35,00 –
— **V**, fasc. **1**, **2**, **3**, **4**, 1935-1936	52,00 –	57,00 –
— **VI**, fasc. **1**, **2**, **3**, **4**, 1937-1938	36,00 –	41,00 –
— **VII**, fasc. **1**, **2**, **3**, **4**, 1938-1939	36,00 –	41,00 –
— **VIII**, fasc. **1**, **2**, **3**, **4**, 1939-1941	36,00 –	41,00 –
— **IX**, fasc. **1–2**, **3–4**, 1940-1941	35,00 –	40,00 –
— **X**, fasc. **1–2**, **3**, **4**, 1941-1942	45,00 –	50,00 –
— **XI**, fasc. **1–2**, **3**, **4**, 1943-1944	30,00 –	35,00 –
— **XII**, fasc. **1–2**, **3–4**, 1945-1946	35,00 –	40,00 –
— **XIII**, fasc. **1–2**, **3**, **4**, 1947-1948	48,00 –	53,00 –
— **XIV**, fasc. **1**, **2**, **3**, **4**, 1950-1951	48,00 –	53,00 –
— **XV**, fasc. **1**, **2**, **3**, **4**, 1954-1959	60,00 –	65,00 –
— **XVI**, fasc. **1–2**, **3–4**, 1960	42,00 –	46,00 –
Collection complète	713,00 –	792,00 –

ADANSONIA

Publié avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique.

Tome **I**, fasc. **1**, **2**, 1961.
— **II**, fasc. **1**, **2**, 1962.
— **III**, fasc. **1**, **2**, **3**, 1963.
— **IV**, fasc. **1**, **2**, **3**, 1964.
— **V**, fasc. **1**, **2**, **3**, **4**, 1965.

	France	Étranger
Abonnement	: 40 F	: 50 F
Prix du fascicule	: 25 F	: 30 –

ADANSONIA — MÉMOIRES

Publiés avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique.

N° 1 : Monographie des **Sapotacées** par A. Aubréville ..... 35 F

Source : MNHN, Paris

FLORE GÉNÉRALE DE L'INDOCHINE

FASCICULES DISPONIBLES

TOME II

Fasc. 5. **Papilionacées** (fin) par F. GAGNEPAIN, **Rosacées** (début) par J. CARDOT, 1920 ..... 9,00 F

— 6. **Rosacées** (fin) par J. CARDOT, **Hamamélidacées, Haloragacées, Callitrichacées, Rhizophoracées** par A. GUILLAUMIN, **Crypteroniacées** par F. GAGNEPAIN et A. GUILLAUMIN, **Saxifragacées, Crassulacées, Droséracées, Combrétacées, Gyrocarpacées, Myrtacées** (début) par F. GAGNEPAIN, 1920 .. 9,00 –

— 7. **Myrtacées** (fin), **Lythracées** par F. GAGNEPAIN, **Mélastomacées** par A. GUILLAUMIN, **Punicacées** par F. GAGNEPAIN et A. GUILLAUMIN, 1921 ..... 9,00 –

— 8. **Oenothéracées, Samydacées, Homaliacées, Passifloracées, Cucurbitacées, Bégoniacées, Datiscacées, Ficoidés** par F. GAGNEPAIN, 1921 ..... 9,00 –

— 9. **Ombellifères** par H. CHERMEZON, **Araliacées** par R. VIGUIER, **Cornacées** par F. EVRARD, 1923 ..... 9,00 –

TOME III

Fasc. 1. **Caprifoliacées** par P. DANGUY, **Rubiacées** (début) par J. PITARD, 1922 ..... 9,00 –

— 2. **Rubiacées** (suite) par J. PITARD, 1923 ..... 9,00 –

— 3. **Rubiacées** (suite) par J. PITARD, 1924 ..... 9,00 –

— 4. **Rubiacées** (fin) par J. PITARD, **Valérianacées, Dipsacées** par J. ARÈNES, **Composées** (début) par F. GAGNEPAIN, 1924 ..... 9,00 –

— 5. **Composées** (fin) par F. GAGNEPAIN, **Stylidiacées** (début) par P. DANGUY, 1924 ..... 9,00 –

— 6. **Stylidiacées** (fin), **Goodéniacées, Lobéliacées, Campanulacées** par P. DANGUY, **Vacciniacées, Cléthracées, Ericacées, Epacridacées** par P. DOP, **Plumbaginacées** par F. PELLEGRIN, **Primulacées** par G. BONATI, **Myrsinacées** (début) par J. PITARD, 1930 ..... 9,00 –

— 7. **Myrsinacées** (fin) par J. PITARD, **Sapotacées, Ebénacées** par H. LECOMTE, 1930 ..... 9,00 –

— 8. **Styracacées, Symplocacées** par A. GUILLAUMIN, **Oléacées** par F. GAGNEPAIN, **Salvadoracées** par P. DOP, **Apocynacées** (début) par J. PITARD, 1933 ..... 9,00 –

— 9. **Apocynacées** (fin) par J. PITARD, 1933 ..... 9,00 –

TOME IV

Fasc. 4. **Solanacées, Scrofulariacées** par G. BONATI, **Orobranchacées** (début) par F. PELLEGRIN, 1927 ..... 9,00 –

— 5. **Orobranchacées** (fin) par F. PELLEGRIN, **Lentibulariacées, Gesnéracées** par F. PELLEGRIN, **Bignoniacées** par P. DOP, **Pedaliacées** (début) par F. GAGNEPAIN, 1930 ..... 9,00 –

— 6. **Pedaliacées** (fin) par F. GAGNEPAIN, **Acanthacées** (début) par R. BENOIST, 1935 ..... 9,00 –

— 7. **Acanthacées** (fin) par R. BENOIST, **Phrygmacées, Verbénacées** (début) par P. DOP, 1935 ..... 9,00 –

— 8. **Verbénacées** (fin) par P. DOP, **Myoporacées** par F. GAGNEPAIN, **Labiacées** (début) par T. DOAN, 1936 ..... 9,00 –

Source : MNHN, Paris

— 9. **Labiacées** (fin) par T. Doan, **Plantaginacées, Nyctaginacées, Amarenthacées** par F. Gagnepain, 1936..... 9,00 F

TOME V

Fasc. 4. **Euphorbiacées** (début) par F. Gagnepain et L. Beille, 1925.. 9,00 –
— 5. **Euphorbiacées** (suite) par F. Gagnepain et L. Beille, 1926... 9,00 –
— 6. **Euphorbiacées** (fin) par F. Gagnepain et L. Beille, **Ulmacées** (début) par F. Gagnepain, 1927..... 9,00 –
— 7. **Ulmacées** (fin), **Cannabinacées, Moracées** (début) par F. Gagnepain, 1928..... 9,00 –
— 8. **Moracées** (fin) **Urticacées** (début) par F. Gagnepain, 1929 9,00 –
— 9. **Urticacées** (fin) par F. Gagnepain, **Juglandacées, Myricacées, Casuarinacées** par L. A. Dode, **Fagacées** (début) par R. Hickel et A. Camus, 1931..... 9,00 –
— 10. **Fagacées** (fin) par R. Hickel et A. Camus, **Bétulacées** par A. Camus, **Salicacées** par L. A. Dode, **Cératophyllacées, Gnétacées, Cycadacées** par J. Leandri, **Taxacées, Araucariacées, Abiétacées, Cupressacées** par R. Hickel, 1931.. 9,00 –

TOME VI

Fasc. 2. **Marantacées** (fin), **Cannacées, Musacées, Orchidacées** (début) par F. Gagnepain, 1932..... 9,00 –
— 3. **Orchidacées** (suite) par F. Gagnepain, 1933..... 9,00 –
— 4. **Orchidacées** (suite) par F. Gagnepain, 1933..... 9,00 –
— 5. **Orchidacées** (fin), **Apostasiacées, Iridacées, Amaryllidacées, Taccacées** par F. Gagnepain, **Hémodoracées** par L. Rodriguez, **Dioscoréacées** (début) par Prain et Burkill, 1934 ..... 9,00 –
— 6. **Dioscoréacées** (fin) par Prain et Burkill, **Stémonacées, Liliacées** par F. Gagnepain, **Pontédériacées, Philydracées** par Herbert Cherfils, **Xyridacées** (début) par G. O. Malme, 1934 ..... 9,00 –
— 7. **Xyridacées** (fin) par G. O. Malme, **Commélinacées** par Herbert Cherfils, **Flagellariacées, Joncacées** par A. Camus, **Palmiers** (début) par F. Gagnepain et Conrard, 1937..... 9,00 –
— 8. **Palmiers** (fin) par F. Gagnepain et Conrard, **Pandanacées** par Ug. Martelli, **Typhacées** par A. Camus, 1937..... 9,00 –
— 9. **Aracées, Lemnacées, Alismacées, Butomacées, Centrolépidacées, Restiacées** par F. Gagnepain, **Naiadacées, Potamogétonacées, Aponogétonacées** par A. Camus, 1942..... 9,00 –

TOME VII

Fasc. 3. **Cypéracées** (fin) par E.-G. Camus, **Graminées** (début) par E.-G. et A. Camus, 1922..... 9.00 –
— 4. **Graminées** (suite) par E.-G. et A. Camus, 1922..... 9,00 –
— 5. **Graminées** (fin) par E.-G. et A. Camus, 1923..... 9,00 –
— 6. **Fougères** (début) par M.-L. Tardieu-Blot et C. Christensen, 1939..... 9,00 –
— 7. **Fougères** (suite) par M.-L. Tardieu-Blot et C. Christensen, 1940 ..... 9,00 –
— 8. **Fougères** (suite) par M.-L. Tardieu-Blot et C. Christensen, 1941 ..... 9,00 –

Source : MNHN, Paris

— **9. Fougères** (suite) par M.-L. Tardieu-Blot et C. Christensen, 1941 ..... 9,00 F
— **10. Fougères** (fin), **Lycopodiacées, Sélaginellacées** par M.-L. Tardieu-Blot et C. Christensen, 1951 ..... 9,00 –

SUPPLÉMENT

Fasc. **1. Anonacées** par S. Ast, **Renonculacées, Dilléniacées, Magnoliacées, Ménispermacées, Sargentodoxacées, Berbéridacées** (début) par F. Gagnepain, 1938 ..... 9,00 –
– **2. Berbéridacées** (fin), **Lardizabalacées, Nymphéacées, Papavéracées, Fumariacées, Crucifères, Capparidacées, Violacées, Bixacées, Pittosporacées, Xanthophyllacées, Polygalacées** (début) par F. Gagnepain, 1939 ..... 9,00 –
— **3. Polygalacées** (fin), **Caryophyllacées, Portulaccacées, Elatinacées, Hypéricacées, Guttifères, Ternstroemiacées, Pentaphyllacées** par F. Gagnepain, **Dipterocarpacées** par M.-L. Tardieu-Blot, **Malvacées** (début) par F. Gagnepain, 1943 ..... 9,00 –
— **4. Malvacées** (fin), **Ancistrocladacées, Tiliacées** par F. Gagnepain, **Malpighiacées** par J. Arenes, **Sterculiacées, Linacées, Erythroxylacées, Zygophyllacées, Oxalidacées, Géraniacées, Balsaminacées** (début) par M.-L. Tardieu-Blot, 1945... 9,00 –
— **5. Balsaminacées** (fin) par M.-L. Tardieu-Blot, **Rutacées, Burseracées** par A. Guillaumin, **Simaroubacées, Irvingiacées, Ochnacées** par F. Gagnepain, **Méliacées** (début) par F. Pellegrin, 1946 ..... 9,00 –
6. Méliacées (fin), **Dichapétalacées** par F. Pellegrin, **Opiliacées, Olacacées, Aptandracées, Schoepfiacées, Erythropalacées, Icacinacées, Phytocrénacées, Cardioptéridacées** par F. Gagnepain, **Aquifoliacées** (début) par M.-L. Tardieu-Blot, 1948 ..... 9,00 –
7. Aquifoliacées (fin), **Célastracées, Hippocratéacées, Siphonodontacées, Rhamnacées** par M.-L. Tardieu-Blot, **Leeacées** (début) par F. Gagnepain, 1948 ..... 15,70 –
— **8. Leeacées** (fin), **Ampélidacées** (début) par F. Gagnepain, 1950. 12,00 –
— **9. Ampélidacées** (fin), **Sapindacées, Staphyléacées, Gippocastanéacées, Bretschneidéracées, Acéracées** par G. Gagnepain, 1950 ..... 16,50 –

FLORE DU CAMBODGE DU LAOS ET DU VIETNAM

Publiée avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique.

N° **1. Sabiacées** par F. Gagnepain et J. Vidal, 1960 ..... 8,00 –
2. Moringacées, Connaracées par J. Vidal, **Anacardiacées** par M.-L. Tardieu-Blot, 1962 ..... 25,00 –
3. Sapotacées par A. Aubreville, 1963 ..... 22,00 –

FLORE DE MADAGASCAR ET DES COMORES

Publiée sous les auspices du Gouvernement de la République Malgache.

Aponogétonacées, par H. Jumelle, 1936 ..... 1,80 –
Cypéracées par H. Chermezon, 1937 ..... 40,00 –
Lemnacées par H. Jumelle, 1937 ..... 0,60 –

Source : MNHN, Paris

Commélinacées par H. Perrier de la Bathie, 1938 ..... 6,00 F
Liliacées par H. Perrier de la Bathie, 1938 ..... 17,50 –
Bignoniacées par H. Perrier de la Bathie, 1938 ..... 11,00 –
Orchidées, t. I par H. Perrier de la Bathie, 1939 (épuisé) ..... 57,00 –
Orchidées, t. II par H. Perrier de la Bathie, 1941 (épuisé) ..... 46,00 –
Palmiers par H. Jumelle et H. Perrier de la Bathie, 1945 ..... 22,00 –
Passifloracées par H. Perrier de la Bathie, 1945 ..... 6,00 –
Flagellariacées, Restionacées, Xyridacées par H. Perrier de la Bathie, 1946 ..... 3,20 –
Pontédériacées, Joncacées par H. Perrier de la Bathie, 1946 ..... 1,50 –
Burséracées par H. Perrier de la Bathie, 1946 ..... 6,00 –
Anacardiacées, Aquifoliacées, Célastracées, Hippocratéacées par H. Perrier de la Bathie, 1946 ..... 23,00 –
Salvadoracées par H. Perrier de la Bathie, 1946 ..... 1,10 –
Flacourtiacées, Bixacées, Samydacées par H. Perrier de la Bathie, 1946 ..... 15,50 –
Iridacées, Musacées, Zingibéracées, Burmanniacées par H. Perrier de la Bathie, 1946 ..... 9,00 –
Potamogétonacées, Naiadacées par H. Jumelle, 1950 ..... 3,00 –
Amaryllidacées, Velloziacées, Taccacées par H. Perrier de la Bathie, 1950 ..... 4,50 –
Dioscoréacées, Trichopodacées par I. H. Burkill et H. Perrier de la Bathie, 1950 ..... 10,00 –
Basellacées, Caryophyllacées, Nymphéacées, Cératophyllacées, Renonculacées par H. Perrier de la Bathie, 1950 ..... 10,00 –
Lauracées par A. Kostermans, 1950 ..... 11,00 –
Rutacées, Simarubacées par H. Perrier de la Bathie, 1950 ..... 12,00 –
Malpighiacées par J. Arenes, 1950 ..... 22,00 –
Rhamnacées par H. Perrier de la Bathie, 1950 ..... 6,00 –
Turnéracées par H. Perrier de la Bathie, 1950 ..... 1,50 –
Thyméléacées par J. Leandri, 1950 ..... 6,00 –
Osnothéracées, Halorhagacées par H. Perrier de la Bathie, 1950 ..... 5,00 –
Marattiacées, Ophioglossacées, Hyménophyllacées, Cyathéacées, par Mme M.L. Tardieu-Blot, 1951 ..... 12,00 –
Dilléniacées, Ochnacées, Théacées par H. Perrier de la Bathie, 1951 9,00 –
Hypéricacées, Guttifères par H. Perrier de la Bathie, 1951 ..... 18,00 –
Mélastomacées par H. Perrier de la Bathie, 1951 ..... 39,00 –
Parkériacées, Gleichéniacées, Schizéacées, Osmondacées, Marsiléacées, Salviniacées par Mme M. L. Tardieu-Blot, 1952 ..... 4,20 –
Salicacées, Myricacées, Ulmacées par J. F. Leroy, 1952 ..... 4,00 –
Moracées par H. Perrier de la Bathie, 1952 ..... 9,00 –
Myrsticacées par H. Perrier de la Bathie, 1952 ..... 1,50 –
Podostémonacées, Hydrostachiacées par H. Perrier de la Bathie, 1952 ..... 6,00 –
Linacées, Erythroxylacées, Zygophyllacées par H. Perrier de la Bathie, 1952 ..... 10,00 –
Callitrichacées, Buxacées par H. Perrier de la Bathie, 1952 ..... 1,50 –
Icacinacées par H. Perrier de la Bathie, 1952 ..... 5,00 –
Chlénacées par A. Cavaco, 1952 ..... 4,50 –
Ebénacées par H. Perrier de la Bathie, 1952 ..... 16,50 –
Oléacées par H. Perrier de la Bathie, 1952 ..... 10,50 –
Polygonacées par A. Cavaco, 1953 ..... 2,50 –
Myrtacées par H. Perrier de la Bathie, 1953 ..... 9,50 –
Myrsinacées par H. Perrier de la Bathie, 1953 ..... 18,00 –
Lobéliacées par F. E. Wimmer, 1953 ..... 5,00 –
Chénopodiacées, Amaranthacées, Nyctaginacées, Phytolaccacées par A. Cavaco, 1954 ..... 12,00 –

Source : MNHN, Paris

Diptérocarpacées, Elatinacées, Canellacées, Violacées par H. Humbert et H. Perrier de la Bathie, 1954 ..... 9,50 F
Lythracées, Sonneratiacées, Lécythidacées, Rhizophoracées, Combrétacées par H. Perrier de la Bathie, 1954 ..... 20,00 –
Eriocaulacées par H. Moldenke, 1955 ..... 5,00 –
Santalacées, Olacacées, Opiliacées par A. Cavaco et Mlle M. Keraudren, 1955 ..... 5,00 F
Pittosporacées par G. Cufodontis, 1955 ..... 5,00 –
Trigoniacées, Polygalacées par H. Perrier de la Bathie et J. Leandri, 1955 ..... 5,00 –
Malvacées, Bombacacées par B. P. G. Hochreutiner et H. Perrier de la Bathie, 1955 ..... 23,00 –
Lentibulariacées par H. Perrier de la Bathie, 1955 ..... 3,50 –
Verbénacées, Avicenniacées par H. Moldenke, 1956 ..... 33,00 –
Annonacées par A. Cavaco et Mlle M. Keraudren, 1958 ..... 13,00 –
Connaracées par Mlle M. Keraudren, 1958 ..... 3,00 –
Cornacées, Alangiacées par Mlle M. Keraudren, 1958 ..... 2,60 –
Euphorbiacées, t. I par J. Leandri, 1958 ..... 25,00 –
Polypodiacées (sensu lato), **t. I (Dennstaedtiacées à Aspidiacées)** par Mme M. L. Tardieu-Blot, 1958 ..... 47,00 –
Monimiacées par A. Cavaco, 1959 ..... 5,00 –
Sterculiacées par J. Arènes, 1959 ..... 65,00 –
Polypodiacées, t. II par Mme M. L. Tardieu-Blot, 1960 ..... 17,00 –
Composées, t. I par H. Humbert, 1960 ..... 45,00 –
Dicbapétalacées, par B. Descoings, 1961 ..... 5,50 –
Composées, t. II par H. Humbert, 1962 ..... 40,00 –
Composées, t. III par H. Humbert, 1963 ..... 52,00 –
Didiéréacées par W. Rauh, 1963 ..... 6,00 –
Rhopalocarpacées par R. Capuron, 1963 ..... 7,00 –
Loranthacées par Mlle S. Balle, 1964 ..... 18,00 –
Urticacées par J. Leandri, 1965 ..... 17,00 –

FLORE DU GABON

Publiée sous les auspices du Gouvernement de la République du Gabon

N° 1 : **Sapotacées** par A. Aubréville, 1961 ..... 19,00 –
N° 2 : **Sterculiacées** par N. Hallé, 1961 ..... 19,00 –
N° 3 : **Irvingiacées, Simaroubacées, Burséracées** par A. Aubréville, 1962 ..... 14,00 –
N° 4 : **Mélianthacées, Balsaminacées, Rhamnacées** par N. Hallé, 1962. 14,00 –
N° 5 : **Graminées** par J. Koechlin, 1962 ..... 37,00 –
N° 6 : **Rutacées, Zygophyllacées, Balanitacées** par R. Letouzey, 1963.. 19,00 –
N° 7 : **Polygonacées, Chénopodiacées, Amaranthacées, Nyctaginacées, Phytolaccacées, Aizoacées, Portulacacées, Caryophyllacées** par A. Cavaco, 1963 ..... 15,00 –
N° 8 : **Ptéridophytes** par M. L. Tardieu-Blot, 1964 ..... 37,00 –
N° 9 : **Scitaminales Musacées, Strélitziacées, Zingibéracées, Cannacées, Marantacées** par J. Koechlin, 1964 ..... 29,00 –

FLORE DU CAMEROUN

Publiée sous les auspices du Gouvernement de la République fédérale du Cameroun.

N° 1 : **Rutacées, Zygophyllacées, Balanitacées** par R. Letouzey, 1963.. 25,00 –
N° 2 : **Sapotacées** par A. Aubréville, 1964 ..... 21,00 –
N° 3 : **Ptéridophytes** par M. L. Tardieu-Blot, 1964 ..... 57,00 –

Source : MNHN, Paris

ÉDITIONS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
C. C. P. PARIS 9061-11
15, quai Anatole-France — PARIS 7e
Tél. : SOLférino 93-39
(Extrait du catalogue général)

NOUVELLE FLORE DE L'ALGÉRIE ET DES RÉGIONS DÉSERTIQUES MÉRIDIONALES
par QUEZEL et S. SANTA
VOLUME II
Ouvrage in-8° raisin relié toile comportant 608 pages et 10 planches hors texte.
PRIX : 48 F

CARTE DES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX DES ENVIRONS D'OBERNAI
(Bas-Rhin)
1/10 000e
par L. R. THEURET
PRIX : 15 F

ESSAI DE PHYTOCINÉTIQUE BIOGÉOGRAPHIQUE
par P. REY
167 fig., 25 tabl., 13 dépl. h. t.
Ouvrage de 400 p. in-8° raisin relié.
PRIX : 42 F

Colloque international n° 97
MÉTHODES DE LA CARTOGRAPHIE DE LA VÉGÉTATION
Toulouse 16-27 mai 1960
Ouvrage relié pellior in-8° raisin de 324 pages, 2 dépl. h. t., 1 carte h. t. 2 couleurs.
PRIX : 32 F

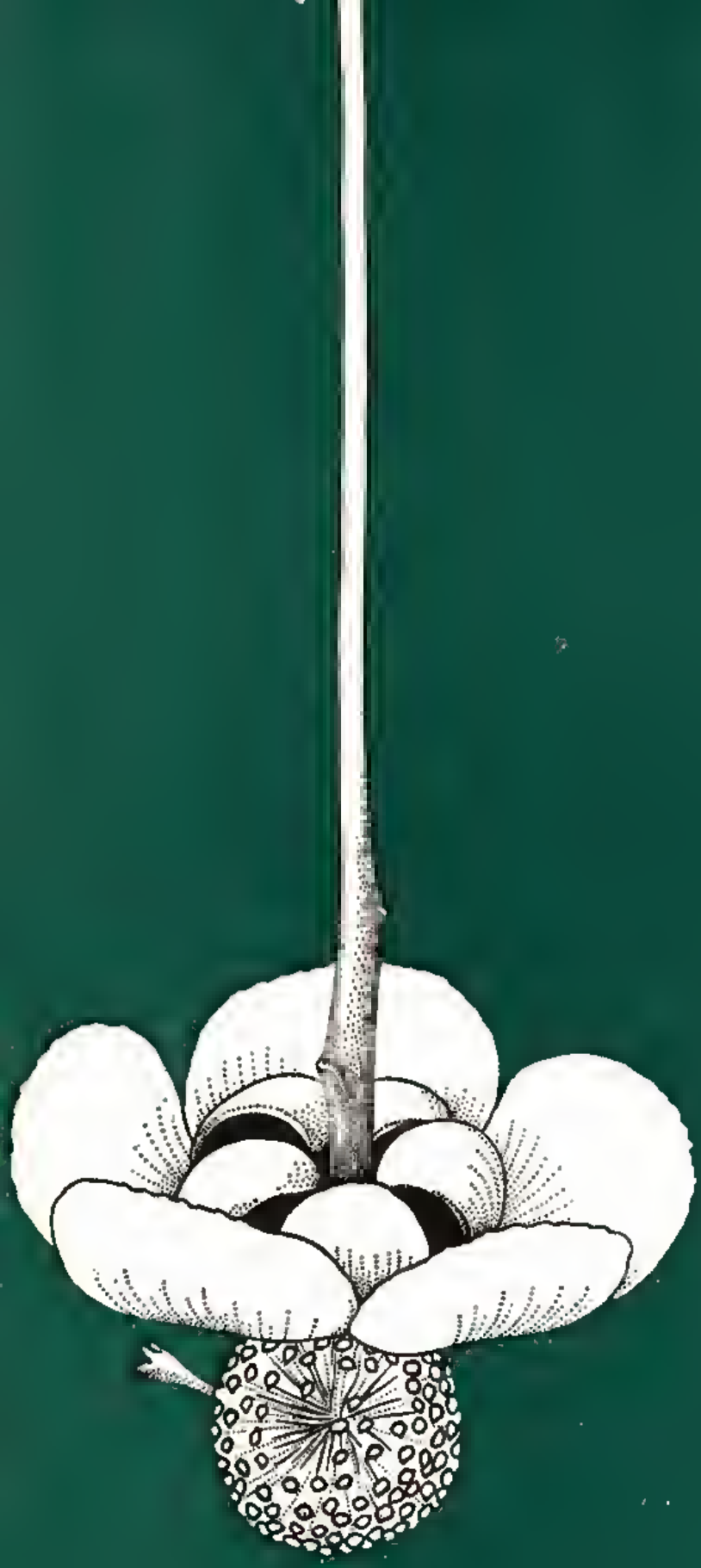
Source : MNHN, Paris

ACHEVÉ D'IMPRIMER LE 24 JUIN 1965
SUR LES PRESSES DE L'IMPRIMERIE
FIRMIN-DIDOT, MESNIL-SUR-L'ESTRÉE
(EURE)

3852 — Dépôt légal : 2e trimestre 1965.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris